ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1939.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE BÉHAL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En faisant hommage à l'Académie d'un volume intitulé *Congrès de la Recherche scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer* (¹), M. **Alfred Lacroix** s'exprime en ces termes :

« Le Congrès dont il s'agit s'est tenu à l'École nationale de la France d'Outre-Mer, du 20 au 25 septembre 1937, sous ma présidence, assistée de M. H. Hubert, inspecteur-général des services météorologiques coloniaux, et de M. Martelli-Chautard, directeur de l'*Association Colonies-Sciences*, qui en ont été les chevilles ouvrières.

« Il a été particulièrement brillant par le nombre et la compétence des personnes qui y ont assisté avec une grande assiduité et par les questions de méthode qui, seules, y ont été traitées.

« En dehors des Assemblées générales, chacune des sept Sections de ce Congrès ont tenu de nombreuses séances et parfois des séances communes à plusieurs d'entre elles.

« Plusieurs de nos Confrères ont présidé les débats de quatre de ces Sections, qui étaient les suivantes :

I. Géodésie, Astronomie géodésique, Photogrammétrie, Cartographie. *Président*, M. G. Perrier.

II. Physique du globe. *Président*, M. Ch. Maurain.

III. Géologie et Minéralogie pures et appliquées, Géographie physique, Pédologie. *Président*, M. Ch. Jacob.

IV. Botanique pure et appliquée. *Président*, M. Aug. Chevalier.

V. Chimie des végétaux. *Président*, M. Ém. Perrot.

VI. Zoologie pure et appliquée. *Président*, M. Gruvel.

VII. Ethnologie. *Président*, M. P. Rivet.

(¹) Exposition internationale de Paris, 1937. *Congrès de la Recherche scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer* (*Association Colonies-Sciences*. Paris, 1938, in-8°, 543 pages).

« Le présent Volume donne, pour chacune de ces Sections représentant les principaux points de vue scientifiques utiles à l'étude de nos colonies, un rapport préliminaire de leur Président, le compte rendu des séances, les vœux exprimés, un résumé des principales communications, un rapport final du Président. »

VOLCANOLOGIE. — *Les étapes silencieuses de la formation d'un nouveau cratère à faciès de caldeira, au sommet du Piton de la Fournaise (Ile de la Réunion)*. Note de M. **Alfred Lacroix**.

Dans l'Ouvrage que j'ai consacré récemment au volcan actif de la Réunion [1], j'ai donné quelques indications sommaires sur des phénomènes remarquables qui se préparaient alors et qui, depuis lors, se sont développés avec une remarquable intensité.

Je rappellerai que, dans la caldeira de 7^{km} de diamètre (Enclos Fouqué) qui coiffe le massif du Piton de la Fournaise, se dresse un cône surbaissé de lave basaltique qui est la partie active du volcan actuel, à laquelle doit être réservé le nom de Piton de la Fournaise (s. s.).

En 1802, Bory de Saint-Vincent a vu trois cratères sur le sommet de ce piton : celui auquel il a donné son nom et qui ne présentait plus de signe d'activité; plus à l'Est, le cratère brûlant (cratère Dolomieu) puis, entre les deux, un petit cône de lave à cavité cratériforme auquel a été attribuée l'appellation de Mamelon central et qui occupait l'emplacement du cratère de l'éruption de 1766.

En 1851, Maillard trouva, au lieu de ce Mamelon, une grande cavité cratériforme entaillant le flanc oriental du sommet Bory et encerclant la base occidentale du sommet Dolomieu; c'est ce que j'ai nommé l'Enclos Vélain. Cette modification du sommet était passée inaperçue; depuis la publication de mon Ouvrage, j'ai pu préciser l'époque de sa production, qui doit être comprise entre 1817 et 1825. Cette question est discutée dans un Supplément que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie dans une prochaine séance.

Quand, en octobre 1911, j'ai étudié sur place le Piton de la Fournaise, le cratère Dolomieu avait disparu à son tour, rempli qu'il avait été depuis peu par un afflux de lave encore chaude qui s'était déversé dans toutes les directions et particulièrement dans l'Enclos Vélain : sa cavité était donc remplacée par un petit plateau.

Ce rappel était indispensable pour faire comprendre les phénomènes qui font l'objet de la présente Note et sur la marche desquels il n'a été possible de réunir que des renseignements fragmentaires, car jusqu'ici il avait été impossible d'obtenir de l'Administration locale de la colonie l'organisation

---

(1) *Le Volcan actif de l'Ile de la Réunion et ses produits*, Paris, 1936, I-IX, 1-299, 68 pl. phot. et une carte.

d'un service d'observation régulière du volcan. La plus grande partie des détails qui vont suivre ont été recueillis par diverses personnes, au cours de rares visites du volcan, touristiques plutôt que scientifiques.

Des observations faites à partir de 1927 ont montré que sur le plateau de 1911, s'était formée une cavité ayant un diamètre d'une centaine de mètres, mais qui a été en s'agrandissant et en s'approfondissant. En 1930, elle constituait un véritable petit cratère.

En 1933, un effondrement est constaté dans le milieu de l'Enclos Vélain; alors le cratère Dolomieu reconstitué et son voisin étaient actifs, car ils renfermaient de la lave incandescente, mais elle n'était pas le siège d'explosions violentes. Plus tard, il y a eu coalescence de ces deux cavités et formation de ce que j'appellerai le Nouveau cratère, aux parois verticales, hautes d'environ 120^m, avec un diamètre d'environ 600^m dans la direction Est-Ouest et 400^m dans la direction perpendiculaire.

Des photographies par avion purent alors être prises (septembre 1936); elles sont reproduites dans le Supplément à mon Ouvrage indiqué plus haut et permettent de se rendre compte du changement complet de structure du sommet du Piton de la Fournaise.

Mais ce n'est pas tout; celui-ci est parcouru par de nombreuses fentes récentes, semblables à celles que j'ai décrites en 1911. De plusieurs d'entre elles se sont épanchées de petites quantités de lave basaltique, très fluide, consolidée sous une forme très vitreuse, pendant localement en stalactites sur les parois des fentes ou à l'état de petites projections hawaïennes contournées, restant limitées au voisinage immédiat du point de sortie.

Ces changements si importants du sommet du Piton se sont produits d'une façon tellement discrète et si impossible à distinguer de loin qu'ils seraient passés inaperçus sans les quelques visites faites accidentellement au sommet du volcan.

C'est ainsi que, le 12 août 1937, une famille de Saint-Denis, y ayant entrepris une excursion, a vu avec stupéfaction, une fois arrivée sur les bords de la caldeira, s'élever du cratère Bory, inerte depuis plus d'un siècle, une colonne de vapeurs accompagnée de violentes détonations. Sur le bord sud de ce cratère s'était ouverte une fente nouvelle, qui s'est prolongée sur les flancs extérieurs du Piton. De son point de départ une coulée s'était déversée dans le fond du cratère Bory et s'y était étalée.

C'est sans doute le premier exemple d'un cratère de volcan rempli de lave *per descensum*. Cet épanchement a d'ailleurs été de brève durée, car, suivant le mode habituel, la lave n'a pas tardé à s'écouler uniquement par la partie basse de la fente, vers la Plate-forme.

Pour interpréter ce cas singulier, on peut supposer que les fentes ayant alimenté le cratère Bory dans le passé, sont trop solidement cicatrisées par d'anciennes laves, pour avoir pu être ouvertes à nouveau au cours de la dernière éruption, dont l'intensité était minime, et ainsi s'expliquerait pourquoi des fentes nouvelles ont déchiré la crête du cratère, où la résistance était moindre, et non pas son fond.

Il est important d'insister sur ce que les résultats, dont je viens de donner le résumé et qui ont transformé si profondément la morphologie du sommet du Piton, ont été acquis jusqu'ici sans cataclysme, sans bruit perceptible au loin, sans oscillation du sol, du moins apparente, sans phénomène explosif violent, par la simple succession d'ouverture de fissures, puis d'effondrements accompagnés de montée du magma incandescent et peut-être de refusion de laves anciennement consolidées.

Pour expliquer l'ensemble de ces phénomènes, il faut penser à la *Gazfluxing hypothesis*, de M. R. Daly, d'après quoi les gaz d'origine profonde, accompagnant la montée d'un magma à haute température et sous pression élevée, joueraient le rôle de chalumeau pour se frayer un chemin dans les laves antérieures, les liquéfier et ouvrir ainsi, dans certains cas, le passage à du magma neuf. Dans l'exemple qui nous occupe, la faible quantité de lave épanchée doit être remarquée.

Les faits qui viennent d'être exposés ont aussi un grand intérêt en ce sens qu'ils donnent la clé du mécanisme de la disparition, jusqu'ici inexpliquée, du Mamelon central et de la formation de l'Enclos Vélain.

Il n'est guère douteux, en outre, que les phénomènes actuellement en voie d'évolution sont une réplique atténuée de ceux jadis mis en œuvre, sur une échelle plus grande, pour donner naissance aux anciennes caldeiras (l'Enclos Fouqué et antérieurement l'Enclos des Sables encore plus vaste), ainsi qu'au barranco du Grand-Brûlé.

Aucun phénomène apparent n'avait été observé au volcan depuis plus d'une année, quand deux éruptions notables se sont succédé le mois dernier.

D'après des indications sommaires que je viens de recevoir par avion de M. Maurice Jean, le 7 décembre, une coulée est sortie du flanc oriental du Piton de la Fournaise, un peu au-dessous du Nouveau cratère. Elle s'est d'abord dirigée sur la Plate-forme, puis vers les Grandes-Pentes. Elle avait alors à peu près 200^m de largeur et s'écoulait avec une vitesse d'environ 200^m à l'heure. Elle s'est élargie ensuite, en s'avançant jusqu'à 2^{km} de la route nationale. L'éruption semble s'être arrêtée le 11 décembre.

Le 16 décembre, une nouvelle fente s'est ouverte très bas sur les Grandes-Pentes, toujours au-dessous du Nouveau cratère. On a observé de loin des projections incan-

descentes au point de sortie. La lave, émise d'une façon à peu près continue, s'est divisée en deux branches, l'une se dirigeant vers le kilomètre 75 de la route coloniale ([2]), l'autre, vers le kilomètre 74. La première s'est arrêtée à $2^{km},500$ de la route et la seconde à 2^{km}. Ces indications ont été prises de loin par les gendarmes.

On fait espérer que d'ici peu sera enfin organisé un service d'observation moins rudimentaire. Il devra non seulement s'occuper de recherches géophysiques justifiées par l'intérêt de la science et de la prudence, mais encore s'attacher à une question lithologique très importante, du point de vue théorique. En général, les variations de la composition minéralogique et chimique des laves émises par les éruptions successives et rapprochées d'un même volcan sont très faibles. Celui qui nous occupe fait exception à cette règle. Il a émis dans le passé deux types basaltiques : dans l'un, la silice est à peine saturée, le péridot est peu abondant et, en général, *réactionnel*, quand il existe en proportions notables. C'est le plus souvent un *basalte* β. Dans l'autre, au contraire, la silice du magma est déficitaire. La magnésie y est très abondante; la roche n'est plus faiblement mésocrate, mais très mélanocrate, le péridot, *normal*, cette fois, y dépasse parfois 50 pour 100. La lave est ce que j'ai appelé une *océanite.*

Il est certain que la plupart des éruptions antérieures ont fourni uniquement l'un ou l'autre de ces types lithologiques; les énormes coulées de 1931 étaient constituées par l'océanite; plusieurs de celles des éruptions précédentes et celles qui les ont suivies étaient formées par le basalte β. Il serait très intéressant de savoir si, dans certains cas, une même éruption n'a pas produit les deux types, soit dans une même coulée, soit dans des coulées différentes. Il m'a semblé que ce dernier cas a peut-être été réalisé, d'après les indications de date qui m'ont été données sur place par des indigènes, lorsque j'ai parcouru les vastes champs de laves du Grand-Brûlé, mais de semblables informations ne présentent pas de garanties suffisantes, et c'est au cours même des éruptions, alors que la lave encore chaude peut être aisément distinguée de celles qui l'ont précédée, et qui sont morphologiquement semblables, que pourrait être obtenue une certitude.

([2]) La route coloniale, qui fait le tour de l'île, suit le rivage de la mer et traverse le bas du Grand-Brûlé par lequel la lave s'écoule souvent vers la mer. Au cours des grandes éruptions, cette route est fréquemment coupée par les coulées. Les gendarmes des communes voisines sont chargés de la surveillance de leur marche qui peut menacer cette voie unique de communication : c'est donc à eux que sont dus tous les renseignements concernant les épanchements du volcan prenant la direction de l'Est, et ils sont rapportés aux kilomètres menacés.

MÉCANIQUE. — *Sur la définition de la force en relativité restreinte.* Note de M. Ernest Esclangon.

La définition de la *force*, en mécanique, est une notion délicate quand on veut lui donner une forme rigoureuse et précise, laquelle comporte l'indication simultanée de grandeur et direction. Un cas non ambigu est celui d'un point matériel en repos initial (vitesse nulle) et se mettant en mouvement sous l'action de ce qu'on appelle une force; il est imposé alors de représenter celle-ci, en grandeur et direction, par un vecteur proportionnel à l'accélération initiale. Dans le cas d'un corps en mouvement, la notion est moins claire en ce qui concerne la définition à adopter.

Plaçons-nous dans l'hypothèse de la relativité restreinte et des formules de Lorentz. S et S′ étant deux systèmes de référence en translation uniforme suivant ox, on a, pour les relations de lieu et de temps,

$$(1)\quad \begin{cases} x' = a(x - vt), \qquad y' = y, \qquad z' = z, \\ t' = a\left(t - \dfrac{vx}{C}\right), \qquad t = a\left(t' + \dfrac{vx'}{C}\right) \qquad \left(a = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{C}}}\right). \end{cases}$$

Considérons une suite continue quelconque d'événements dans S qui s'exprime par des fonctions données x, y, z, du temps t, événements observés aussi dans S′ en fonction de t'.

On a immédiatement

$$(2)\quad \frac{dx'}{dt'} = p\left(\frac{dx}{dt} - v\right), \qquad \frac{dy'}{dt'} = p\sqrt{1 - \frac{v^2}{C}}\,\frac{dy}{dt}, \qquad \frac{dz'}{dt'} = p\sqrt{1 - \frac{v^2}{C}}\,\frac{dz}{dt},$$

où

$$p = \frac{1}{1 - \dfrac{v}{C}\dfrac{dx}{dt}}.$$

On pourra écrire de même

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2x'}{dt'^2} = q\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{C}}\,\dfrac{d^2x}{dt^2}, \\ \dfrac{d^2y'}{dt'^2} = q\left[\dfrac{d^2y}{dt^2} - \dfrac{v}{C}\left(\dfrac{d^2y}{dt^2}\dfrac{dx}{dt} - \dfrac{d^2x}{dt^2}\dfrac{dy}{dt}\right)\right], \\ \dfrac{d^2z'}{dt'^2} = q\left[\dfrac{d^2z}{dt^2} + \dfrac{v}{C}\left(\dfrac{d^2x}{dt^2}\dfrac{dz}{dt} - \dfrac{d^2z}{dt^2}\dfrac{dx}{dt}\right)\right], \end{cases}$$

où l'on a posé

$$q = \frac{1 - \frac{v^2}{C}}{\left(1 - \frac{v}{C}\frac{dx}{dt}\right)^3}.$$

Parmi tous les invariants qui s'appliquent à des suites d'événements quelconques et vis-à-vis de tous les systèmes de référence en translation uniforme, considérons le suivant :

Appelons *h la projection de la vitesse* V *sur le plan normal à l'accélération* et posons

(4) $$V^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2;$$

(5) $$J^2 = \left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2;$$

(6) $$\begin{cases} L = \frac{d^2z}{dt^2}\frac{dy}{dt} - \frac{d^2y}{dt^2}\frac{dz}{dt}, \\ M = \frac{d^2x}{dt^2}\frac{dz}{dt} - \frac{d^2z}{dt^2}\frac{dx}{dt}, \\ N = \frac{d^2y}{dt^2}\frac{dx}{dt} - \frac{d^2x}{dt^2}\frac{dy}{dt}. \end{cases}$$

Il est clair que l'on a

(7) $$h^2 = \frac{L^2 + M^2 + N^2}{J^2}.$$

D'autre part, un calcul facile montre que l'on peut écrire

(8) $$\begin{cases} L' = q\sqrt{1 - \frac{v^2}{C}}\cdot L, \\ M' = q\left(M + v\frac{d^2z}{dt^2}\right), \\ N' = q\left(N - v\frac{d^2y}{dt^2}\right). \end{cases}$$

Formons alors la combinaison

$$CJ'^2 - (L'^2 + M'^2 + N'^2) = q^2\left\{\left[C\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 - L^2\right]\left(1 - \frac{v^2}{C}\right) + C\left(\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{v}{C}N\right)^2 - \left(v\frac{d^2y}{dt^2} - N\right)^2 + C\left(\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{v}{C}M\right)^2 - \left(v\frac{d^2z}{dt^2} + M\right)^2\right\}.$$

La parenthèse du second membre est divisible par $1 - v^2/C$ et il vient

finalement

$$CJ'^2-(L'^2+M'^2+N'^2)=q^2\left(1-\frac{v^2}{C}\right)[CJ^2-(L^2+M^2+N^2)],$$

ou encore

$$(9)\qquad J'^2\left(1-\frac{h'^2}{C}\right)=q^2\left(1-\frac{v^2}{C}\right)J^2\left(1-\frac{h^2}{C}\right).$$

Mais des formules (2) on tire aisément

$$(10)\qquad \left(1-\frac{V'^2}{C}\right)^3=q^2\left(1-\frac{v^2}{C}\right)\left(1-\frac{V^2}{C}\right)^3.$$

La division membre à membre des formules (9) et (10) fournit ainsi l'invariant

$$(11)\qquad \frac{J}{R}=\frac{J'}{R'},\qquad \left[R=\frac{\left(1-\frac{V^2}{C}\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(1-\frac{h^2}{C}\right)^{\frac{1}{2}}}\right].$$

Si l'on pose

$$(12)\qquad \frac{d^2x}{dt^2}=XR,\qquad \frac{d^2y}{dt^2}=YR,\qquad \frac{d^2z}{dt^2}=ZR,$$

le vecteur X, Y, Z garde donc une *grandeur constante* F dans tous les systèmes de référence en translation uniforme.

Peut-on lui donner une signification physique dans le cas où les coordonnées x, y, z représentent le mouvement d'un point matériel M?

Soit, par exemple dans le système S, V la vitesse du point à l'instant t. Imaginons un système S', animé d'une translation uniforme, constante, égale à V. Dans S', la vitesse du point est nulle à l'instant t' correspondant à t. La valeur R' de R y est donc égale à *un* et l'on a ici

$$\frac{d^2x'}{dt'^2}=X',\qquad \frac{d^2y'}{dt'^2}=Y',\qquad \frac{d^2z'}{dt'^2}=Z';$$

le vecteur X'Y'Z' est donc égal en grandeur à l'invariant F. On peut considérer que, dans S', le point M ayant une vitesse initiale nulle, X'Y'Z', égaux aux composantes de l'accélération, sont proportionnels aux projections de la force. Il serait donc naturel, dans les équations générales (12), de considérer la force agissante comme définie par un vecteur proportionnel à X, Y, Z.

Mais il y a plus. Imaginons un fil tendu (ou une règle) fixé par une extrémité au point M, sa direction, *au point d'attache*, étant définie dans S

par ses cosinus directeurs α, β, γ, lesquels peuvent être aussi des fonctions de t.

Dans S′, la direction du fil *au point d'attache* (¹) a ses cosinus directeurs α', β', γ' proportionnels respectivement à

$$\alpha\sqrt{1-\frac{v^2}{C}},\quad \beta-\frac{v}{C}\left(\beta\frac{dx}{dt}-\alpha\frac{dy}{dt}\right),\quad \gamma+\frac{v}{C}\left(\alpha\frac{dz}{dt}-\gamma\frac{dx}{dt}\right).$$

Or, si la direction α, β, γ est dans S celle de l'accélération J, dans S′, et par conséquent dans tous les systèmes en translation uniforme, elle reste celle de l'accélération comme le montrent les formules (3). Un fil tendu suivant l'accélération dans un système, est aussi tendu suivant l'accélération dans tout autre système de référence en translation uniforme.

Enfin, par ailleurs, en partant du seul principe de relativité, j'ai pu montrer (²) que, si une force agissant sur un point matériel est réellement obtenue par la traction d'un fil, les équations du mouvement s'expriment effectivement par les équations (12), X, Y, Z représentant, à un facteur *constant* près attaché au point matériel (inverse de la masse ou quantité de matière), les projections de la traction exercée; ces équations sont invariantes vis-à-vis de toutes les translations uniformes.

Les équations (12) ne sont pas en accord avec les formules classiques de la mécanique électronique obtenues par application du principe de conservation de l'énergie. Sans doute une distinction doit-elle être établie entre ce que l'on pourrait appeler les forces dynamométriques, qui suivent en quelque sorte le mobile dans son mouvement, et les forces d'un champ, supposées préexistantes en tout point géométrique, se succédant et se remplaçant incessamment dans leur action sur le point matériel en mouvement.

CORRESPONDANCE.

Le **Musée des Arts décoratifs** et **l'Union des Photographes** de **Trondheim** font savoir à l'Académie qu'ils célèbrent le *Centenaire de la Daguerréotypie* et envoient leur hommage à la mémoire de Daguerre.

(¹) Nous appelons direction du fil, dans S, au point d'attache M, celle définie par la tangente en M à la ligne géométrique définie par le fil à l'instant t; même définition dans S′ vis-à-vis du même point M et du temps t' correspondant à M et t dans S.

(²) *La notion de temps* (*Bulletin astronomique*, 10, I, 1938, p. 45).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Wilhelm Reich, Roger du Teil et Arthur Hahn. *Die Bione zur Entstehung des vegetativen Lebens.*

2° Daniel Schneegans. *La géologie des nappes de l'Ubaye-Embrunais entre la Durance et l'Ubaye* (présenté par M. F. Grandjean).

M. **Henri Humbert** adresse un Rapport relatif à l'emploi de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1937.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème fondamental de géométrie sur les surfaces algébriques.* Note [1] de M. **Beniamino Segre**, présentée par M. Élie Cartan.

Lemme. — *La dimension δ d'une série algébrique Σ de groupes de n points, variable avec continuité dans un S_r, ne peut jamais décroître moyennant un passage à la limite.*

Pour se convaincre de cela, il suffit de considérer la V_δ algébrique qui correspond à Σ sur la variété W, plongée dans un certain S_ρ, dont les points représentent, de la façon connue, les groupes (non ordonnés) de n points de S_r. La variété V_δ varie sur W d'une façon continue, tout comme Σ dans S_r; avec un $S_{\rho-\delta}$ arbitrairement fixé dans S_ρ elle a toujours des points communs, qui ne peuvent pas tous disparaître lorsqu'on effectue un passage à la limite, attendu que W et $S_{\rho-\delta}$ sont compactes : et ceci prouve notre assertion.

Un cas particulier du lemme précédent a été récemment appliqué dans la démonstration, donnée par nous-même, du théorème relatif à la dimension des systèmes continus complets de courbes algébriques tracées sur une surface algébrique [2]; mais cette application a ensuite paru douteuse à M. Enriques, qui a surtout appuyé ses doutes sur l'exemple suivant, en soi-même instructif [3].

---

(1) Séance du 27 décembre 1938.

(2) Cf. B. Segre, *Annali di Mat.*, 4e série, 17, VII, 1938, p. 107, n° 7; on pourra consulter la préface de ce Mémoire, pour les indications historiques et bibliographiques sur le théorème fondamental en question.

(3) Cf. F. Enriques, *Rend. Lincei*, 6e série, 27, II, 1938, p. 493; *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 27.

Considérons sur un plan une courbe E variable, d'ordre 8 et douée de 15 points doubles, tendant à une courbe $E_0 = C + D$ qui soit décomposée en deux quartiques de genre 3, se coupant suivant 16 points distincts; un point O déterminé entre ceux-ci résultera alors de la liaison entre C, D, c'est-à-dire qu'il ne sera pas la limite d'un point double de E. Eh bien, M. Enriques a affirmé que la g^5_{10} canonique de E devient, à la limite, la *série d'équivalence* ∞^4 formée par les deux g^2_4 canoniques $|H|$, $|K|$ de C, D, à chacune desquelles on ajoute le point fixe O. La remarque complémentaire, faite par cet auteur même, que, en adoptant le langage infinitésimal, on peut dire que les groupes limites s'obtiennent en ajoutant aux ∞^4 groupes $H + K$ le point fixe O et un point *variable* infiniment voisin à O, n'est pas suffisante pour ôter la contradiction avec notre lemme, comme il est évident d'après la démonstration donnée auparavant pour celui-ci.

Une analyse approfondie, qui sera développée ailleurs en détail, montre que les choses se passent proprement ainsi. Les quintiques N adjointes à E, qui découpent sur cette courbe la g^5_{10} canonique (en dehors de ses 15 points doubles comptés deux fois), deviennent, à la limite, des quintiques N_0, passant par les 15 points du groupe (CD) qui ne sont pas de liaison entre C, D, et en conséquence aussi par le point O. La g^4_{10} $|H| + |K| + 2O$ est effectivement la série décomposée sur E_0 par le système linéaire $|N_0|$ limite de $|N|$: *mais elle n'épuise pas la série limite de* g^5_{10} ; celle-ci se compose précisément des deux séries $|H + 2O| + |K|$ et $|H| + |K + 2O|$, toutes les deux ∞^5, connexes à travers la g^4_{10} susdite. Ce fait, du premier abord paradoxal, est concevable *a priori* en vertu du lemme, si l'on observe que les deux séries d'équivalence ∞^5 envisagées tantôt sur E_0 sont les seules ampliations possibles de g^4_{10} ; et l'on peut en effet rigoureusement démontrer que les groupes génériques de l'une ou de l'autre de ces séries sont les limites des groupes de g^5_{10} découpables sur E par une courbe N qui, à la limite, vient respectivement à se décomposer dans C ou D et dans une droite ultérieure.

Des circonstances analogues ont lieu, d'une façon tout à fait intuitive, dans l'exemple élémentaire qui va suivre. Considérons sur un plan une hyperbole ayant des asymptotes données et variant avec continuité jusqu'à se réduire au couple formé par ces deux droites. La g^1_2 découpée sur l'hyperbole par ses diamètres (constituée par les couples de points de l'hyperbole symétriques par rapport au centre), tend alors vers les deux g^1_2 engendrées par les couples de points des deux asymptotes qui sont symétriques par rapport au centre ; tandis que les diamètres de l'hyperbole

coupent la courbe limite suivant un couple fixe, commun à ces deux g_2^1.

L'analyse approfondie annoncée tout à l'heure nous conduira, plus généralement, à déterminer *la limite de l'intersection de deux courbes* E, N, *variables sur une surface et acquérant une partie commune*, en fonction des limites E_0, N_0 de E, N et des courbes E, N, qui, respectivement, leur sont infiniment voisines. On verra ainsi, en particulier, que, lorsque, par exemple, chaque courbe E infiniment voisine de $E_0 = C + D$ contient un des points de liaison entre C, D, ce point doit, par conséquent, appartenir à toutes les limites des groupes (EN). D'ici s'ensuit la parfaite légitimité de notre démonstration citée, puisque la particularité naguère indiquée (qui n'a pas lieu dans l'exemple de M. Enriques) se présente toujours pour tous les points de liaison, dans le cas auquel s'applique cette démonstration.

TOPOLOGIE. — *Cohomologies et transformations continues.* Note [1] de M. Samuel Eilenberg, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soient S^n la surface sphérique n-dimensionnelle et Y un espace métrique connexe, séparable et localement connexe en dimensions $0, 1, \ldots, n+1$ [2]. On sait que les transformations continues $f(S^n) \subset Y$ forment un espace métrique localement connexe Y^{S^n}. Étant donnés deux points $x_0 \in S^n$ et $y_0 \in Y$ le sous-ensemble $Y^{S^n}(x_0, y_0)$ de Y^{S^n} déterminé par la condition $f(x_0) = y_0$ est fermé et aussi localement connexe. Suivant W. Hurewicz [3], les composantes de $Y^{S^n}(x_0, y_0)$ forment un groupe $\pi_n(Y)$, qu'on appelle $n^{\text{ième}}$ groupe d'homotopie de Y. Ce groupe est abélien pour $n > 1$.

Définition. — Y est dit *simple en dimension n*, lorsque chaque composante de Y^{S^n} contient exactement une composante de $Y^{S^n}(x_0, y_0)$.

Dans la suite, on admettra que Y est simple en dimension n. Le groupe $\pi_n(Y)$ est alors abélien même pour $n = 1$.

Soit K un complexe composé de cellules convexes orientées. Désignons par K^n le sous-complexe de K composé de toutes ses cellules de dimension $\leq n$. Soient K' un sous-complexe quelconque de K, et $f(K' + K^n) \subset Y$ une transformation continue. Pour toute cellule $(n+1)$-dimensionnelle σ_i^{n+1}, la transformation f considérée sur le bord de σ_i^{n+1} détermine un élé-

(1) Séance du 27 décembre 1938.

(2) C. Kuratowski, *Fund. Math.*, 24, 1935, p. 270.

(3) *Proceed. Akad. Amsterdam*, 38, 1938, p. 113.

ment $c(f, \sigma_i^{n+1})$ de $\pi_n(Y)$. Posons

$$c^{n+1}(f) = \sum_i c(f, \sigma_i^{n+1})\, \sigma_i^{n+1}.$$

On obtient ainsi une chaîne $(n+1)$-dimensionnelle de K à coefficients de $\pi_n(Y)$.

Étant donné deux transformations continues $f_0(K) \subset Y$ et $f_1(K) \subset Y$ telles que $f_0(x) = f_1(x)$ pour $x \in K' + K^{n-1}$, on considère (⁴) la chaîne n-dimensionnelle

$$d^n(f_0, f_1) = \sum_i d(f_0, f_1, \sigma_i^n)\, \sigma_i^n.$$

le coefficient $d(f_0, f_1, \sigma_i^n)$ étant l'élément du groupe $\pi_n(Y)$ déterminé par les transformations $f_0(\sigma_i^n) \subset Y$ et $f_1(\sigma_i^n) \subset Y$ qui coïncident sur le bord de σ_i^n.

Parmi les propriétés les plus importantes de $c^{n+1}(f)$ et de $d^n(f_0, f_1)$, signalons les suivantes :

Théorème I. — *$c^{n+1}(f)$ est un cocycle* [5]. *Pour que $c^{n+1}(f)$ soit cohomologue à o dans $K - K'$, il faut et il suffit qu'il existe une transformation continue $f^\star(K' + K^{n+1}) \subset Y$ telle que $f^\star(x) = f(x)$ pour $x \in K' + K^{n-1}$.*

Théorème II. — *$d^n(f_0, f_1)$ est un cocycle. Pour que $d^n(f_0, f_1)$ soit cohomologue à o dans $K - K'$, il faut et il suffit qu'il existe une famille continue (pour $0 \leq t \leq 1$) de fonctions continues $f_t(K' + K^n) \subset Y$ telle que $f_t(x) = f_0(x)$ pour $x \in K' + K^{n-2}$.*

Tout ce qui précède est valable aussi pour les complexes infinis : on n'a qu'à considérer alors des chaînes infinies.

Si l'on admet que K est une variété combinatoire orientable, on obtient les résultats que je viens de publier dans *Fund. Math.*, 31, 1938, p. 179-200.

Si l'on admet que $\pi_1(Y) = \ldots = \pi_{n-1}(Y) = 0$, on obtient aisément les généralisations du théorème H. Hopf, établies par W. Hurewicz, H. Whitney [6] et moi-même [7].

---

[4] Cf. L. Pontrjagin, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1436.

[5] Voir par exemple H. Whitney, *Duke Math. Journ.*, 3, 1937, p. 51.

[6] *Loc. cit.* On y trouve la bibliographie antérieure.

[7] *Compositio Math.* (sous presse).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence en moyenne des séries de Fourier.* Note de M. **Raphaël Salem**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soient f une fonction sommable, S_n sa somme de Fourier d'ordre n. Je m'appuierai sur les théorèmes suivants :

1° On a, si $0 < p < 1$, A étant une constante absolue ([1])

$$\int_0^{2\pi} |S_n(x)|^p\,dx < \frac{A}{\cos\frac{p\pi}{2}}\left[\int_0^{2\pi} |f(x)|\,dx\right]^p.$$

2° L'expression

$$\theta_n(x) = \frac{1}{2}\left|S_n\left(x+\frac{\pi}{2n}\right) + S_n\left(x-\frac{\pi}{2n}\right)\right|$$

tend vers $f(x)$ en tout point où la série de Fourier de f est sommable par la méthode de Féjer, c'est-à-dire presque partout (*op. cit.*, p. 181).

I. L'application de ces propositions donne immédiatement

$$\int_0^{2\pi} |S_n(x) - \theta_n(x)|^p\,dx < \frac{A}{1-p}\left[\int_0^{2\pi}\left|f(x) - \frac{1}{2}f\left(x+\frac{\pi}{2n}\right) - \frac{1}{2}f\left(x-\frac{\pi}{2n}\right)\right|dx\right]^p.$$

Si l'on désigne par $\omega(\delta)$ le module de continuité intégral de $f(x)$, c'est-à-dire le maximum de

$$\int_0^{2\pi} |f(x+h) - f(x)|\,dx$$

pour tout h tel que $0 < h < \delta$, on sait (*op. cit.*, p. 17) que $\omega(\delta)$ tend vers zéro avec δ, et nous avons

$$\int_0^{2\pi} |S_n - \theta_n|^p\,dx < \frac{A}{1-p}\left[\omega\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right]^p < \frac{B}{1-p}\left[\omega\left(\frac{1}{n}\right)\right]^p,$$

B étant une constante absolue. Pour rendre minima cette dernière expression, prenons

$$p_n = 1 - \frac{1}{\left|\log\omega\left(\frac{1}{n}\right)\right|},$$

([1]) Cf. Zygmund, *Trigonometrical Series*, Varsovie, 1935, p. 150.

d'où

$$(1) \qquad \int_0^{2\pi} |S_n - \theta_n|^{p_n} dx < Be\,\omega\left(\frac{1}{n}\right)\left|\log\omega\left(\frac{1}{n}\right)\right|.$$

Si donc la série $\Sigma(1/n)\,\omega(1/n)\,|\log\omega(1/n)|$ converge, la série

$$\sum \frac{1}{n}\int_0^{2\pi} |S_n - \theta_n|^{p_n} dx$$

convergera aussi; donc la série $\Sigma(1/n)|S_n - \theta_n|^{p_n}$ convergera presque partout. Or on a

$$\frac{1}{n}|S_n - \theta_n| = \frac{1}{n}|S_n - \theta_n|^{p_n}|S_n - \theta_n|^{\frac{1}{|\log\omega_n|}},$$

où nous écrivons ω_n pour $\omega(1/n)$. On sait (*op. cit.*, p. 32) que presque partout $S_n = o(\log n)$. On en déduit facilement que si $\omega(1/n)\log n$ reste borné, la série $\Sigma(1/n)|S_n - \theta_n|$ converge elle-même presque partout. Donc, presque partout aussi, la moyenne arithmétique des n quantités

$$|S_i - \theta_i| \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

tend vers zéro. Comme d'autre part $|f - \theta_n|$ tend vers zéro presque partout, on a, pour presque tout x,

$$\lim_{n=\infty} \frac{|f - S_1| + |f - S_2| + \ldots + |f - S_n|}{n} = 0.$$

Ce résultat était, à notre connaissance (*op. cit.*, p. 238-240), démontré jusqu'à présent pour les fonctions f telles que f^r soit sommable ($r > 1$). Il est démontré ici sous une condition dépendant du seul module de continuité intégral de f. Par exemple si $\omega(\delta)|\log\delta|^{1+\varepsilon}$ est borné ($\varepsilon > 0$).

II. La méthode précédente conduit à d'autres résultats intéressants. Ainsi de l'inégalité (1) on déduit immédiatement que, la suite des entiers n_k étant choisie de façon à rendre convergente la série $\Sigma\omega(1/n_k)|\log\omega(1/n_k)|$, S_{n_k} tend vers f presque partout. On savait (*op. cit.*, p. 154) qu'une telle suite d'entiers existe pour chaque fonction sommable f; nous montrons ici que cette suite ne dépend, très simplement, que du module de continuité intégral de f.

III. Enfin, en supposant vérifiées les conditions imposées à $\omega(1/n)$ au paragraphe I, on déduit facilement de la convergence de $\Sigma(1/n)|S_n - \theta_n|$ que, presque partout, la suite naturelle des entiers peut être partagée en deux suites complémentaires $\{m_k\}$ et $\{n_k\}$ (dépendant de x), telles que

$S_{m_k} \to f(x)$ et que $\Sigma(1/m_k)$ converge. Il suffit de remarquer que $\Omega(n)$ existe, croissant indéfiniment, telle que $\Sigma[\Omega(n)/n] \mid S_n - \theta_n \mid$ converge presque partout et de prendre pour $\{m_k\}$ la suite telle que $\mid S_{m_k} - \theta_{m_k} \mid$ soit inférieure à $1/\Omega(m_k)$. Cette proposition a déjà été démontrée, sous d'autres hypothèses, par M. Zygmund [2].

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les formes générales des fonctionnelles partiellement additives dans certains espaces semi-ordonnés.* Note [1] de MM. **Leonidas Kantorovitch** et **Aaron Pinsker.**

Soient R- le K-espace avec *unité* [2] et $\mathcal{E} = \{e\}$ l'ensemble de ses éléments unitaires.

Supposons que la fonction $I.e$, définie dans $\mathcal{E}$, a les propriétés suivantes :

1° $I.e \geq 0$ et $I.0 = 0$;

2° $I.(e_1 + e_2) = I.e_1 + I.e_2$, si $\inf(e_1, e_2) = 0$;

3° $I.1 = 1$;

4° Quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe des éléments unitaires $\{e_i\}$ tels que

$$\inf(e_i, e_j) = 0 \quad (i \neq j), \qquad \sum_{i=1}^{n} e_i = 1 \quad \text{et} \quad I.e_i < \varepsilon.$$

Désignons par $R_b^*(R^*)$ l'espace obtenu de $R_b(R)$ par l'identification de quelques-uns de ses éléments, à savoir :

e' est équivalent à e'' si

$$I.[\sup(e', e'') - \inf(e', e'')] = 0,$$

et x' est identique à x'' si $e_\gamma(|x' - x''|)$ est équivalent à zéro pour chaque γ.

Théorème I. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans R_b^* est donnée par la formule*

$$(\star) \quad \left\{ \begin{array}{l} \mathcal{F}(x) = \displaystyle\int_{-\infty}^{\infty} \Phi(\gamma)\, de_\gamma = \lim_{\delta \to 0} \sum_{i=-\infty}^{\infty} \Phi(\gamma_{i+1})\,(e_{\gamma_{i+1}} - e_{\gamma_i}) \\ \qquad \left(\gamma_{i+1} - \gamma_i < \delta,\ x = \displaystyle\int_{-\infty}^{\infty} \gamma\, de_\gamma\right), \end{array} \right.$$

---

(2) Cf. Zygmund, *op. cit.*, p. 264; *Mathematica*, 1935, p. 86-88; *Proc. Cambridge Philos. Society*, 34, 1938, p. 125-133.

(1) Séance du 3 octobre 1938.

(2) Pour les notations cf. notre Note précédente *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1376.

où $\Phi(\mu)$ est une fonction abstraite, dont le contre-domaine est situé dans l'espace $\oint$ satisfaisant aux conditions suivantes :

a. $\Phi(\mu)$ est uniformément continue dans chaque intervalle finie;

b. $\Phi(0)=0$;

c. $I.e=0$, implique $\Phi(\mu).e=0$ et $\Phi(0).e=0$.

On peut considérer l'espace R_b^* comme K-espace et dans ce cas désignons-le par $\bar{R}_b^*$.

Théorème 2. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans* $\bar{R}_b^*$ *est donnée par la formule* ($\star$), *où les fonctions* $\Phi(\mu).e$ *et* $\Phi(0).e$ *sont absolument continues et satisfont aux conditions a et b du théorème* 1.

Soit $T(\gamma)$ une fonction satisfaisant aux conditions suivantes :

1° $T(\gamma)>0$, si $\gamma>0$, $T(0)=0$ et $T(-\gamma)=T(\gamma)$;

2° $T(\gamma)$ est continue;

3° $T(\gamma)$ s'accroît d'une manière monotone avec γ;

4° $T(2\gamma)=KT(\gamma)$, où K est constante.

Introduisons la fonction

$$\int_T(x)=\int_{-\infty}^{\infty}T(\gamma)I\,de_\gamma=\lim_{\delta\to0}\sum_{i=-\infty}^{\infty}T(\gamma_{i+1})(\gamma_{i+1}-\gamma_i)\qquad\left(\gamma_{i+1}-\gamma_i<\delta,\ x\int_{-\infty}^{\infty}\gamma\,de_\gamma\right).$$

Par R_T désignons l'ensemble des éléments $x\in R_c^*$ pour lesquels $\int_T(x)$ est finie.

En particulier, si $T(\gamma)=|\gamma|/1+|\gamma|$, alors $R_T=R_c^*$ et si $T(\gamma)=\gamma^p$ alors $R_T=R^p$.

Théorème 3. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans* R_T *est donnée par la formule* ($\star$), *où les fonctions* $\Phi(\mu).e$ et $\Phi^{(0)}.e$ *sont absolument continues et satisfont aux conditions a et b du théorème* 1 *et à la condition complémentaire c :* $|\Phi(\mu)|\leqq KT(\mu)I+\Phi^*$ ($K=$ const., $\Phi^*.e$ *est absolument continue*).

Remarque. — Pour l'espace R_c^*, $T_{(\gamma)}\leqq1$ et $|\Phi(\gamma)|\leqq\Phi^{**}$ (Φ^* est absolument continue).

Indiquons, finalement, les formes générales des fonctionnelles partiellement additives dans quelques espaces concrets.

Théorème 4. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans* $\tilde{M}$ (*le* K-*espace des fonctions mesurables et bornées*

essentiellement) est donnée par la formule

$$(\star\star)\qquad \mathcal{F}(x)=\int_E \varphi[x(t), t]\,dt,$$

où a. pour chaque μ fixe $\varphi(\mu, t)\in L$;

b. $\varphi(\mu, t)$ est continue par rapport à μ;

c. $\varphi(0, t)=0$ presque partout;

d. $|\varphi(\mu, t)|\leqq\varphi^*(t)$ $(\alpha\leqq\mu\leqq\beta,\ \varphi^*\in L)$.

Théorème 5. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans L^p (³) (l'espace des fonctions à $p^{ième}$ puissance sommable) est donnée par la formule $(\star\star)$, où la fonction $\varphi(\mu, t)$ satisfait aux conditions a, b et c du théorème 4, et à la condition complémentaire*

$$(d)\qquad |\varphi(\mu, t)|\leqq K\,|\mu|^p+\varphi^*(t)\qquad (K=\text{const.},\quad \varphi^*\in L).$$

Théorème 6. — *La forme générale d'une fonctionnelle partiellement additive et continue dans S (le K-espace des fonctions mesurables) est donnée par la formule $(\star\star)$, où la fonction $\varphi(\mu, t)$ satisfait aux conditions a, b et c du théorème 4, et à la condition complémentaire*

$$(d)\qquad |\varphi(\mu, t)|\leqq\varphi^*(t)\qquad (-\infty<\mu<\infty,\quad \varphi^*\in L).$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les zéros de quelques fonctions entières.* Note (¹) de M. **Nikola Obrechkoff**, présentée par M. Paul Montel.

Considérons la fonction entière

$$(1)\qquad f(z)=c_1e^{a_1z}+c_2e^{a_2z}+\ldots+c_ne^{a_nz},$$

où $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont des nombres complexes arbitraires différents et $c_1, c_2, \ldots, c_n$ des nombres complexes différents de zéro. Désignons par $\overline{A}$ le plus petit polygone convexe qui contient tous les points $\overline{a}_\nu$ et par L_1, $L_2, \ldots, L_m$ les demi-droites issues de l'origine $z=O$ et perpendiculaires aux côtés du polygone $\overline{A}$. M. Pólya (²) a démontré que les zéros de la fonction (1) s'accumulent autour des droites L_p entre des lignes logarithmiques et que, si l'on désigne par $N_p(r)$ le nombre des zéros autour

---

(³) Voir A. Pinsker, *C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.*, VII, n° 7, p. 397-399.

(¹) Séance du 27 décembre 1938.

(²) G. Pólya, *Sitz. Berichte der Bayer. Akad. der Wiss.*, 1920, p. 285-290.

de L_p dont le module ne surpasse pas r, on a

$$N_p(r) = \frac{l_p}{2\pi} r + O(\log r),$$

où l_p est la longueur du côté perpendiculaire à la droite L_p. Des recherches ultérieures ([3]) n'ont pas précisé ce résultat. Dans cette Note, nous démontrons le théorème le plus précis.

Théorème I. — *Il existe des droites* L'_p *et* L''_p *parallèles à la droite* L_p *et de part et d'autre de cette droite* ($p = 1, 2, \ldots, m$) *découpant dans le plan une région étoilée* G *qui contient tous les zéros de la fonction* $f(z)$. *Pour le nombre des zéros de module* $\leq r$, *correspondant à la direction* L_p, *on a*

$$N_p(r) = \frac{l_p}{2\pi} r + O(1). \tag{2}$$

où l_p *est la longueur du côté perpendiculaire à* L_p.

Par un changement linéaire de variable on peut supposer par exemple que $a_1 > 0$, $a_2 < 0$, $\bar{a}_\nu = \alpha_\nu - i\beta_\nu$, $\beta_\nu \geq 0$, $a_1, a_2, \ldots, \bar{a}_m$ étant les sommets du $\bar{A}$. La direction L_1 coïncide avec la partie positive de l'axe imaginaire. Désignons par S la droite perpendiculaire à la droite $a_1\bar{a}_3$, $\bar{a}_3$ étant le sommet voisin de a_1. Soient g et h deux nombres positifs; désignons par Γ le domaine des points z, $R(z) \geq g$, qui se trouvent au-dessus de la droite T parallèle à la droite S et qui passe par le point hi. Pour chaque $z = x + iy$ de Γ, on a

$$x \geq g, \qquad y \geq h + \frac{\alpha_3 - a_1}{\beta_3} x. \tag{3}$$

On voit facilement que, pour chaque $\bar{a}_k = \alpha_k - i\beta_k$, $\beta_k > 0$, on a aussi

$$y \geq h + \frac{\alpha_k - a_1}{\beta_k} x. \tag{4}$$

La fonction (1) peut s'écrire

$$f(z) = c_1 e^{a_1 z}[1 + \eta(z)], \qquad \text{où} \quad \eta(z) = \sum_{p=2}^{h} \frac{c_p}{c_1} e^{(a_p - a_1)z}, \qquad C = \sum_{p=2}^{n} \left|\frac{c_p}{c_1}\right|. \tag{5}$$

Choisissons g et h assez grands pour que, pour chaque $\beta_p > 0$, on ait $e^{-h\beta_p} < 1/2C$ et pour chaque $\beta_k = 0$, $a_k = a_1$, on ait $e^{-g(a_1 - a_k)} < 1/2C$. Alors,

---

([3]) Voir pour la littérature M. Regensburger, *Mathematische Annalen*, 111, 1936, p. 505-540.

nous avons dans Γ, à cause de (3) et (4),

$$|\eta(z)| < \frac{1}{|c_1|}\sum_p |c_p|\, e^{(\alpha_p-a_1)x-\beta_p y} + \frac{1}{|c_1|}\sum_k |c_k|\, e^{(a_k-a_1)x}$$
$$< \frac{1}{|c_1|}\sum_p |c_p|\, e^{-h\beta_p} \qquad + \frac{1}{|c_1|}\sum_k |c_k|\, e^{-g(a_1-a_p)} < \frac{1}{2}.$$

Donc dans l'angle Γ, la fonction $f(z)$ est différente de zéro.

La formule (2) se démontre en considérant la variation de l'argument Φ de $f(z)$ lorsque z parcourt le quadrilatère ABCD de sommets

$$-g_1+i\omega, \quad g+i\omega, \quad g+it, \quad -g_1+it \qquad (g_1>0,\ t>\omega>0).$$

Sur BC la fonction (1) a la forme (5) et sur DA on a

$$f(z) = c_1 e^{a_1 z}[1+\eta_1(z)] \qquad \left(|\eta_1| < \frac{1}{2}\right).$$

Donc, sur ces deux côtés, Φ varie de $(a_1-a_2)(t-\omega)+\delta$, où $|\delta|<2\pi$. On voit facilement que la variation de Φ sur les côtés AB et CD est bornée uniformément pour $t>\omega$. En effet, pour CD on a $f(z)=P_t(x)+iQ_t(x)$, les fonctions entières $P_t(x)$ et $Q_t(x)$ étant bornées uniformément dans chaque domaine fini pour chaque $t>\omega$. Donc le nombre de leurs zéros dans $-g_1 \leq x \leq g$ est borné uniformément pour $t\to\infty$, ce que l'on voit par exemple en utilisant la formule de Jensen. Ainsi le théorème est démontré.

On a un résultat analogue pour les zéros de la fonction

$$F(z) = P_1(z)e^{a_1 z} + P_2(z)e^{a_2 z} + \ldots + P_n(z)e^{a_n z},$$

où $P_1(z), \ldots, P_n(z)$ sont des polynomes, considérée aussi par M. Pólya.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions holomorphes dans le cercle unité.* Note de M. **Chi-Tai Chuang**, présentée par M. Paul Montel.

Dans cette Note je vais donner quelques théorèmes généraux sur les fonctions holomorphes dans le cercle unité. Ces théorèmes sont démontrés par une méthode donnée récemment par M. Macintyre [1], moyennant certaines modifications convenables.

---

[1] *Math. Zeit.*, 44, Heft 4, 1938, p. 536-540.

1. Je me base sur le lemme suivant :

Lemme. — *Soient* $\alpha > 0$, $0 < \lambda < 1$ *des nombres donnés, et* $g(x)$ *une fonction réelle donnée vérifiant les conditions suivantes :* 1° $g(x)$ *est définie pour* $x \geqq 0$; 2° $g(x)$ *est continue et croît indéfiniment pour* $x > X(g)$. *Soit* $g^{-1}(y)$ *la fonction inverse de* $g(x)$, *restreinte à* $x > X(g)$. *Supposons que la condition*

$$\frac{1}{15\alpha} g(n) \log \frac{1}{\lambda} > \log n \qquad (n \text{ entier})$$

soit vérifiée pour $n > n(\alpha, \lambda, g)$. *Dans ces conditions, il existe des nombres* $a = a(\alpha, \lambda, g)$, $b = b(\alpha, \lambda, g)$, $c = c(\alpha, \lambda, g)$ *jouissant des propriétés suivantes : Si* $\mu(t)$ *est une fonction convexe et croissante pour* $t < 0$, *si sa dérivée à droite* $\mu'_+(t)$ *est* $\geqq 1$ *pour* $t < 0$, *et s'il existe un entier* $n = n(\mu, g)$ *tel que*

$$\mu(t) > nt + g(n) \qquad \text{pour} \quad t < 0,$$

on peut trouver trois points $t_1 < t_2 < t_3$ *dans l'intervalle*

$$-\gamma < t < 0, \qquad \gamma = \frac{\alpha}{1-\lambda} + \frac{2}{\alpha} + 2\alpha,$$

vérifiant les conditions suivantes :

$$\mu(t_2) - \mu(t_1) = \mu(t_3) - \mu(t_2) = \alpha, \qquad \lambda(t_2 - t_1) \leqq t_3 - t_2 \leqq t_2 - t_1,$$

et

$$\mu(t_2) > a, \qquad \mu'_+(t_2) \leqq [b + \mu(t_2)]^2 g^{-1}\left[c + \frac{5}{3}\mu(t_2)\right].$$

Ce lemme me permet de parvenir au théorème suivant :

Théorème. — *Soient* $k \geqq 1$ *un entier donné et* $g(x)$ *une fonction réelle donnée vérifiant les conditions* 1° *et* 2° *du lemme, et les conditions suivantes :*

$$\lim_{n \to \infty} \frac{g(n)}{n} = 0, \qquad \varliminf_{n \to \infty} \frac{g(n)}{\log n} > ak^{10} \qquad (n \text{ entier}),$$

a étant une constante positive numérique. Soit $g^{-1}(y)$ *la fonction inverse de* $g(x)$, *restreinte à* $x > X(g)$. *Il existe des nombres positifs* $\lambda(k, g)$, $\alpha(k)$, $\beta(k)$, $\beta'(k)$, $\beta_p(k)$ *jouissant des propriétés suivantes. Si*

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n$$

est une fonction holomorphe pour $|z| < 1$, *qui n'est pas majorée par*

$$\lambda(k, g)\left[S + \sum_{i=0}^{k-1} |c_i|\right] \sum_{n=0}^{\infty} e^{g(n)} z^n,$$

où S est un nombre positif arbitrairement donné, on peut trouver dans la couronne $\alpha(k) < |z| < 1$, *un cercle* $|z| = r[r = r(k, g, f, S)]$, *vérifiant la condition* $M(r, f) > S$, *et k domaines* $D_i[D_i = D_i(r, f, \omega), i = 1, 2, \ldots, k]$, *traversés par le cercle* $|z| = r$, *dans lesquels* $f(z)$ *se comporte comme suit :*

1° $f(z)$ *est univalente dans* D_i *et représente ce domaine sur la couronne fendue*

$$\frac{1}{2} M(r, f) < |Z| < 2 M(r, f), \qquad |\arg Z - \omega| < \pi \qquad (\omega, \textit{arbitraire}).$$

2° *Si* $1 \leqq n \leqq k$, *dans* D_i, *l'argument de* $f^{(n)}(z)$ *varie de moins de* 3π, *et l'on a*

$$\frac{1}{3} < \left|\frac{f^{(n)}(z)}{H_n f(z)}\right| < 3, \qquad \beta(k) < H_n^{\frac{1}{n}} < \beta(k)\left[\log\frac{M(r, f)}{S}\right]^2 g^{-1}\left[2\log\frac{M(r, f)}{S}\right],$$

H_n *étant un nombre dépendant de r*, $f(z)$, *k*, *et n*.

3° *Si* $1 \leqq n \leqq p$, *on a dans* D_i,

$$|f^{(n)}(z)| < \beta_p(k)\, M(r, f)\left[\log\frac{M(r, f)}{S}\right]^{2p} g^{-1}\left[2\log\frac{M(r, f)}{S}\right]^p.$$

Ce théorème est une extension d'un théorème [2] que j'ai obtenu par les méthodes de M. Valiron [3] et de M. Bloch [4].

2. Si l'on néglige les propriétés des dérivées de la fonction $f(z)$, il suffit de supposer que la fonction $g(x)$ est définie pour les entiers positifs, et vérifie les conditions

$$\lim_{n \to \infty} \frac{g(n)}{n} = 0, \qquad \lim_{n \to \infty} \frac{g(n)}{\log n} > bk^2,$$

b étant une constante positive numérique, et l'on a une proposition analogue au théorème donné ci-dessus et plus précise. Ces théorèmes permettent d'obtenir des majorations des fonctions holomorphes vérifiant certaines conditions, meilleures que celles que j'ai obtenues précédemment (*loc. cit.*).

---

[2] Un premier énoncé de ce théorème est donné dans les *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 978-981. L'énoncé définitif figure dans ma Thèse, p. 1-88, présentée à la Faculté des Sciences.

[3] *Annales École normale*, 3e série, 38, 1920, p. 219-253; 39, 1921, p. 389-429.

[4] *Annales Fac. Sc. Toulouse*, 3e série, 17, 1925, p. 1-22.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions d'une variable complexe définies par une relation linéaire entre la variable et le logarithme de la fonction, les coefficients étant des polynomes par rapport à la fonction.* Note de M. **Éloi Lefebvre**, présentée par M. Paul Montel.

P. Boutroux a considéré, à titre d'exemple [1], la fonction $z(x)$ définie par

$$(\beta) \qquad z - \mathrm{L}z = x \qquad (z = \rho e^{i\theta},\ x = l e^{it}).$$

Nous avons repris l'étude de cette fonction et montré qu'elle possède les propriétés suivantes :

(P_1). — Il n'existe qu'une valeur de z_k pour laquelle

$$2(k-1)\pi < \theta_k < 2k\pi.$$

(P_2). — Quand x décrit un rayon, l croissant de l_0 à l'infini dans un demi-plan déterminé, la variation de θ_k, pour une branche dite (o), est finie, tandis que pour une branche dite (e), θ croît comme l. Il peut exister une branche (e).

Nous avons considéré ensuite $z(x)$ définie par

$$(\gamma) \qquad z\mathrm{L}z = x,$$

et montré qu'elle possède, en général, (P_1) mais non (P_2). Par contre, elle possède une autre propriété (P_3).

(P_3). — Si l'on désigne, pour $x = x_0$ voisin de l'origine, par $\bar z_{k-1}$, $\bar z_k$, $\bar z_{k+1}$, ... la suite des valeurs z rangées par ordre d'arguments croissants et par $\bar{\bar z}_{k-1}$, $\bar{\bar z}_k$, $\bar{\bar z}_{k+1}$, ... les valeurs des branches correspondantes quand x a tourné autour de l'origine, on a

$$\bar{\bar z}_{k-1} = \bar z_k, \quad \bar z_k = \bar z_{k+1}, \quad \ldots \quad \text{ou} \quad \bar{\bar z}_k = \bar z_{k-1}, \quad \bar{\bar z}_{k+1} = \bar{\bar z}, \quad \ldots.$$

Nous nous sommes alors proposé l'étude de $z(x)$ définie par

$$(1) \qquad P\mathrm{L}z + Q = xR,$$

P, Q, R étant des polynomes en z de degrés p, q, r.

En désignant par M et N des polynomes en z, nous montrons, par la possibilité de résoudre l'équation

$$(\alpha) \qquad M\mathrm{L}z - N = 0,$$

---

(1) *Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*, Paris, 1908, p. 85-88.

que *l'on peut, pour une valeur x donnée, déterminer toutes les valeurs z_k qui vérifient* (1), mais il n'en résulte aucun renseignement précis sur la nature de ces valeurs.

On peut au contraire, pour $k > K$ assez grand, déterminer les z_k par des suites d'approximations, les valeurs initiales étant fournies par les racines d'équations (β') ou (γ') analogues à (β) et (γ). On obtient alors le résultat suivant qui généralise (P_1) :

Le nombre des valeurs z_k est le plus grand des nombres p, q, r. En cherchant comment se répartissent les z_k quand k croît, nous trouvons que *p valeurs de z_k sont voisines des racines de* $P = 0$ *et, si $q > p$ ou $r > q$, $(q - p)$ ou $(r - p)$ des z_k sont voisines des racines d'une équation*

$$(\beta') \qquad z^n - \lambda L z = 0.$$

Nous étudions ensuite la croissance d'une branche z_k, supposée (o), pour l croissant indéfiniment, t restant fixe, et trouvons que z_k *tend vers une racine de* $R = 0$ *ou croît comme $z(x)$ définie par*

$$(\gamma') \qquad z^n L z = x \qquad (n = p - r).$$

si p est supérieur à q et r. Si q est supérieur à p et r, $|z_k|$ croît comme $|x|^{1/n'}$, où $n' = q - r$.

En admettant l'existence d'une branche (e), nous montrons que, *si $p \neq r$, cette branche (e) tend vers* o.

Nous montrons qu'*il existe une seule branche (e) pour x placé dans un demi-plan déterminé, les premiers coefficients* $P(o)$ *et* $R(o)$ *n'étant pas nuls*, résultat qui généralise (P_2) pour $z(x)$ définie par (1).

Si, $p = r$, il peut exister une branche (e) qui croît indéfiniment. Les singularités de $z(x)$ sont de trois sortes :

1° Un ensemble de points critiques algébriques ξ qui peut admettre comme points-limites : l'infini, l'origine et $X = Q(o)/R(o)$.

2° Un point transcendant essentiel, au sens de Painlevé, à l'infini.

3° L'origine, si r est supérieur à p et q, et X, si P(o), sont des points transcendants ordinaires et peuvent être, en outre, limites de ξ.

Si x tourne autour de O ou de X, les z_k grandes ou voisines de O avancent ou reculent d'un rang dans la suite des valeurs initiales, ce qui généralise (P_3).

L'ensemble des z_k appartient à une fonction analytique unique, c'est-à-dire que *l'on peut faire décrire par x un contour fermé tel que deux branches quelconques z_A et z_B s'échangent.*

En définitive, cette étude a conduit notamment aux résultats suivants :

1° Procédé de numérotage des déterminations d'une même fonction qui, pour $z(x)$ définie par (1), procède suivant les θ croissants, θ étant ici l'élément qui différencie, pour la croissance, cette fonction d'une fonction algébrique et $\log \rho$ n'ayant qu'une influence négligeable. On est ainsi conduit à l'étude, pour k infini, de la suite des z_k, problème ici résolu.

2° Mise en évidence du rôle des fonctions simples, que l'on peut appeler asymptotiques, puisqu'elles ont même croissance que la fonction considérée et que leurs valeurs peuvent être prises pour valeurs initiales pour la détermination par approximations des valeurs de celle-ci. Ce sont, pour les fonctions définies par (1), les fonctions définies par (β) et (γ) et celles qui s'en déduisent.

Remarquons que les fonctions algébrico-logarithmiques introduites par l'intégration d'une fraction rationnelle, dans le cas le plus simple, appartiennent à la famille des fonctions définies par (1).

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur un procédé de mesure de la vitesse du front d'un jet gazeux.* Note (1) de M. **Oleg Yadoff**, présentée par M. Henri Villat.

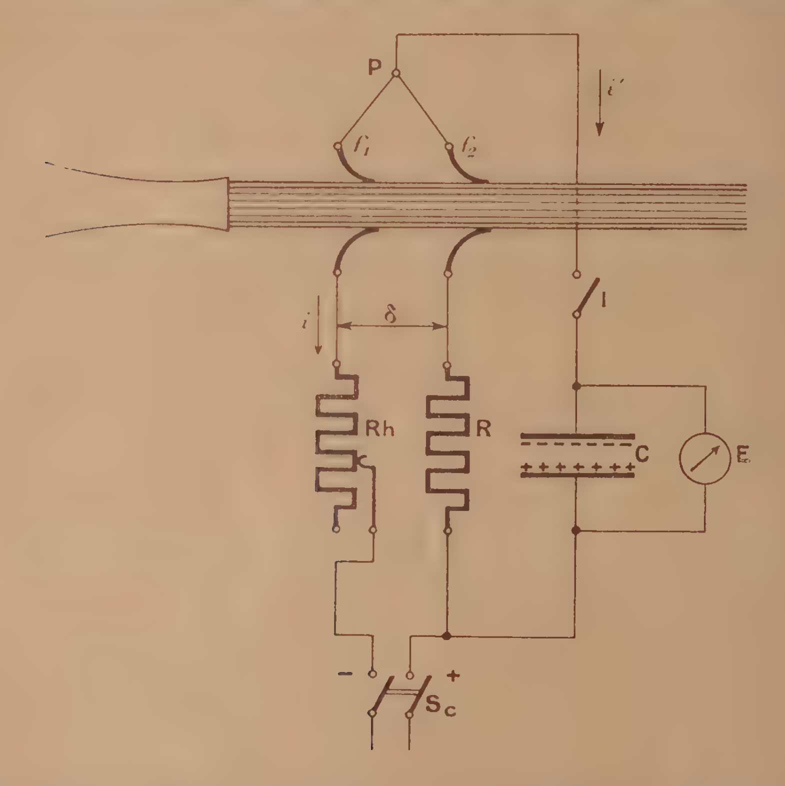
On peut mesurer directement la vitesse du front d'un jet gazeux, même très rapide, au moyen du dispositif représenté schématiquement sur la figure ci-après. Il s'applique particulièrement bien aux jets hypersoniques dans lesquels le front est discontinu.

Le principe de fonctionnement est très simple : on forme préalablement un circuit électrique alimenté par une source de courant continu S_c et comprenant en série deux fils identiques f_1 et f_2, très minces et fragiles, en or par exemple, une forte résistance non inductive R et un rhéostat de mise au point Rh. Le point commum de ces deux fils est connecté à un condensateur C dont le plateau opposé est relié à l'autre pôle du circuit. La tension aux bornes du condensateur est contrôlée par un électromètre très sensible. A la fermeture du circuit un courant i s'établit dans la branche comprenant les deux fils f_1 et f_2. Une différence de potentiel s'établit au point P en fonction de ce courant i et provoque ainsi la charge

(1) Séance du 27 décembre 1938.

du condensateur C, d'une quantité d'électricité correspondante q; l'électromètre E indique alors la différence de potentiel à ses bornes.

Pour mesurer une vitesse de la tête d'un jet gazeux, hyposonique ou hypersonique, il suffit de projeter ce jet sur les fils f_1 et f_2, espacés d'une certaine distance δ et disposés géométriquement de telle façon que le jet puisse les rencontrer et les couper l'un après l'autre. Lorsque le premier fil



est rompu, la différence de potentiel varie instantanément et provoque la décharge du condensateur à travers le circuit comportant le fil f_2, encore non coupé. L'électromètre démarre aussitôt, mais s'arrête au moment où le second fil f_2 est coupé à son tour. Le condensateur se décharge alors d'une certaine quantité d'électricité $q' = i't$, et sa tension tombe de U à U'. Prenant la valeur moyenne U_m de la tension à la décharge et relevant la chute de tension $\varepsilon = U - U'$, nous pouvons former une relation simple $v = U_m \delta / CR\varepsilon$ donnant directement la vitesse cherchée. Dans cette expres-

sion la vitesse v sera en mètres-seconde, si la tension U_m et la chute de tension ε sont en volts, si la distance entre les fils δ est en mètres, la capacité C en farads et la résistance R en ohms.

Par exemple, avec un rapport de pression $P_o : P_a$ (pression du réservoir sur pression atmosphérique) égal à 2,5 et pour une distance entre fils de 5^{cm}, on observe, lorsque le condensateur de $1,5 f$ se décharge sous tension moyenne de 100 volts, sur une résistance R égale à 10^4 ohms, que la chute de l'électromètre est de 8 volts.

La valeur de la vitesse cherchée est donnée alors par la formule

$$v = \frac{100.0,005}{1,5.10^{-7}.10^4.8} = 416 \text{ m : s.}$$

Pour un rapport $P_o : P_a$ égal à 2, la décharge du condensateur correspond à 10 volts; au moyen du rhéostat de mise au point on s'arrange de telle façon que la tension moyenne U_m reste à 100 volts. La formule donne alors

$$v = \frac{100.0,005}{1,5.10^{-7}.10^4.10} = 335 \text{ m : s.}$$

Faisant varier le rapport $P_o : P_a$, on peut tracer ainsi la courbe des vitesses en fonction des pressions, et cela aussi bien pour les régimes des propagations des ondes de choc, hypersoniques que hyposoniques. Une graduation bien appropriée de l'appareil permettrait la lecture directe des vitesses; l'électromètre remplirait alors les fonctions d'un anémomètre.

ACOUSTIQUE. — *La vitesse du son dans les mélanges binaires des liquides, par une méthode de résonance.* Note [1] de M. **Constantin Sălceanu**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans cette Note nous indiquerons les résultats obtenus à l'aide d'une méthode de résonance déjà décrite [2], dans le cas de deux mélanges binaires : eau-alcool éthylique et acétone-alcool butylique.

On sait que le coefficient de compressibilité β intervient dans la formule de Bungetzianu donnant la vitesse du son dans un milieu liquide. Les

---

[1] Séance du 27 décembre 1938.

[2] C. Sălceanu, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1219.

déterminations de β pour les mélanges binaires ne sont pas nombreuses. Pour le mélange eau-alcool éthylique nous avons utilisé les valeurs de Pagliani [3] pour β à 20° C. Nous y avons ajouté les valeurs de β pour l'eau : $\beta = 45{,}3 \times 10^{-6}$, et pour l'alcool éthylique : $\beta = 104 \times 10^{-6} (t = 20°)$.

La courbe indiquée sur la figure 1 par une flèche dirigée à droite représente la variation de β en fonction de la densité du mélange eau-alcool éthylique. Nous nous sommes servi de cette courbe pour calculer les vitesses du son pour ce mélange. La courbe des vitesses est représentée figure 1 par un

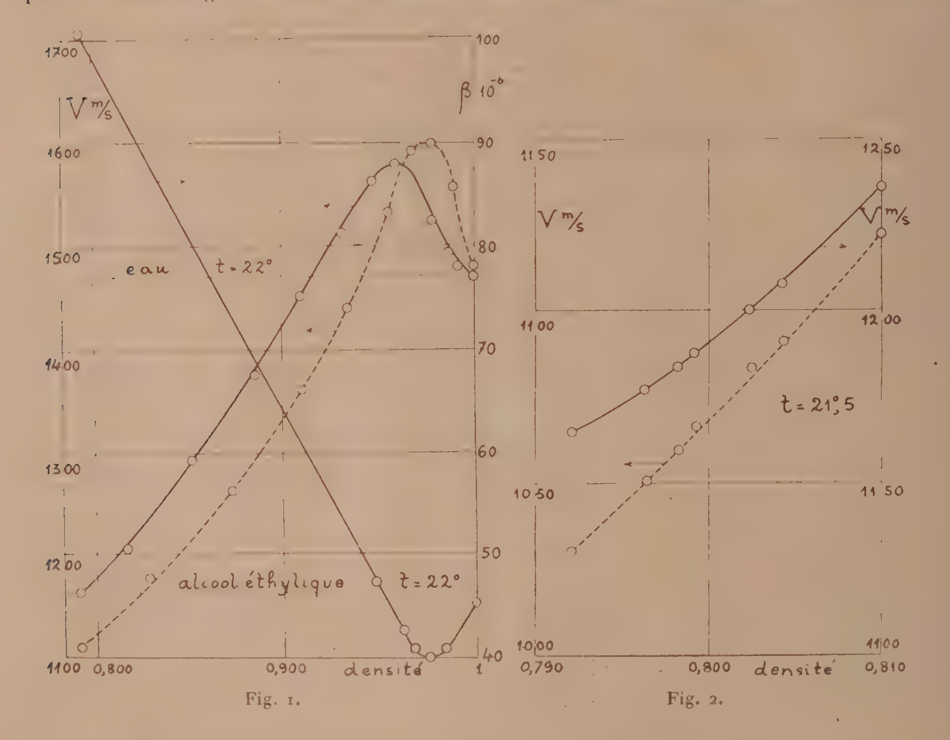


Fig. 1. Fig. 2.

trait continu. Elle a un maximum pour 1570 m/sec, correspondant à la densité 0,963. Jusqu'à ce maximum l'accroissement des vitesses est presque linéaire. La courbe représentée en traits interrompus est calculée d'après la formule de Newton-Laplace pour le même mélange eau-alcool éthylique, elle présente un maximum à 1600 m/sec correspondant à la densité 0,978. Le décalage des deux maxima est donné directement par les colonnes de

(3) *Tables de Landolt-Börnstein*, 1912, p. 62.

résonance qui passent par un maximum pour le mélange correspondant à la densité 0,963.

Nous avons constaté un maximum analogue des colonnes de résonance, et pour la même densité (0,963), dans le cas des mélanges eau-acétone. Dans ce dernier cas nous n'avons pas pu construire la courbe des vitesses du son parce que nous n'avons pas trouvé les valeurs de β pour les diverses densités de ce mélange.

La figure 2 représente un autre aspect de la variation de la vitesse du son; elle se rapporte au mélange acétone-alcool butylique. La courbe présente la convexité vers l'axe des densités. La courbe en traits interrompus est calculée d'après la relation de Newton-Laplace. Comme l'influence du coefficient β est petite sur le facteur de correction U de la formule qui exprime la vitesse du son, soit $U = 1,032$ pour $\beta \times 10^{-6} = 120$ dans le cas de l'acétone, et $U = 1,039$ pour $\beta \times 10^{-6} = 99$ dans le cas de l'alcool butylique, nous avons considéré les valeurs de β comme étant proportionnelles aux densités respectives du mélange. Les erreurs commises dans ce cas sur les vitesses respectives sont négligeables. L'allure de la courbe des vitesses est donnée par l'allure des colonnes de résonance correspondant aux diverses densités de mélange.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *Sur le fonctionnement des oscillateurs à gaz ionisé dans le champ magnétique.* Note [1] de M. **Théodore V. Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai montré que, si un anneau en nickel, dont le potentiel est plus grand que 1000 volts, se trouve dans un champ magnétique entre deux plaques en aluminium, des oscillations de très grande fréquence se produisent [2].

J'ai précisé les conditions physiques dans lesquelles se produisent ces oscillations. J'ai montré qu'il fallait considérer non seulement la pression (p) du gaz, la différence de potentiel ($V_a - V_p$) entre l'anneau et les plaques et le champ magnétique (H), mais aussi l'émission électronique secondaire des plaques. J'ai cherché à expliquer ces oscillations.

J'ai étudié d'abord l'émission secondaire dans le champ magnétique. J'ai employé un tube où les électrons produits par un filament chauffé

---

[1] Séance du 3 janvier 1939.

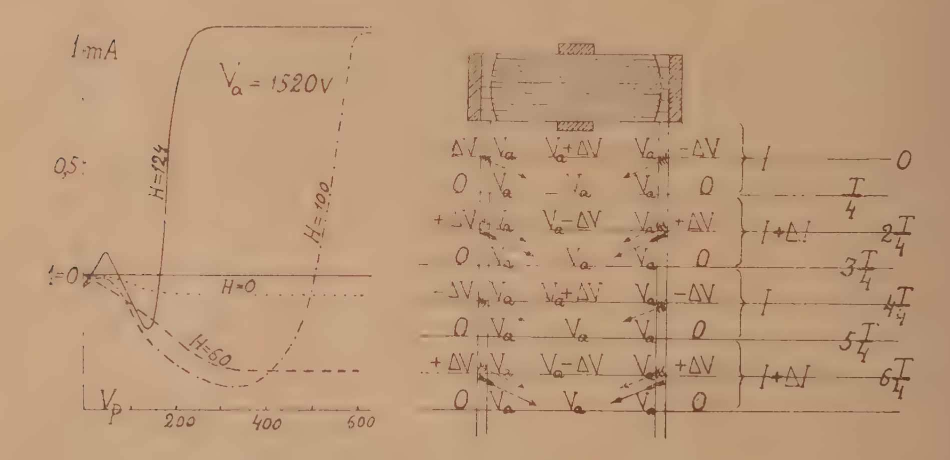
[2] *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1411, et 207, 1938, p. 54.

sont accélérés par une première grille, puis par un anneau et sont ensuite captés par une plaque en nickel située à 8^{cm} de distance de l'anneau. Le tube est placé dans un champ magnétique parallèle à son axe. La pression a été de quelques dix-millièmes de mm Hg. Deux cas sont à considérer :

1° Le potentiel de la plaque décroît par rapport à celui de l'anneau ([3]) : il y a principalement deux catégories d'électrons : des électrons dont la force vive correspond à la différence de potentiel $(V_a - V_f)$ entre le filament et l'anneau et des électrons à vitesse constante dont la force vive est plus petite.

2° Le potentiel de l'anneau est plus grand que 800 volts et le potentiel de la plaque augmente par rapport au filament.

On obtient les courbes représentées par la figure. Pour toutes ces



courbes, le potentiel de l'anneau a été de 1520 volts par rapport au filament. La valeur du champ est indiquée sur les courbes. Elles peuvent être interprétées de la façon suivante : Le nombre des électrons à grande vitesse qui arrivent à la plaque, augmente avec le champ. Si le potentiel de la plaque croît, ces électrons acquièrent la force vive $1/2\, mv^2 = V_p e$, suffisante pour produire une émission secondaire. Le nombre des électrons émis peut être plus grand que celui qui arrive à la plaque.

Pour une certaine valeur V_p le courant augmente rapidement.

Dans les lampes à trois électrodes à grille positive, bien vidées, cette augmen-

---

([3]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1160.

tation a lieu au moment où la plaque a le même potentiel que la grille, tandis que dans ces expériences l'augmentation apparaît pour une valeur V_p de la plaque, d'autant plus petite que le champ magnétique est plus grand.

L'explication est la suivante : Les électrons à vitesse constante se meuvent dans un cylindre de gaz ionisé dont le potentiel est le même que celui de l'anneau. A la surface de ce cylindre existe une barrière de potentiel, de sorte que la chute de potentiel dans la couche correspond à la force vive des électrons. Les électrons à vitesse constante se réfléchissent donc dans cette couche. Au moment où le potentiel de la plaque est égal au potentiel de l'anneau moins la variation de potentiel dans la couche, ces électrons qui arrivent à cette surface sont captés par la plaque et le courant monte rapidement.

Si la pression du gaz est comprise entre 8×10^{-3} et 5×10^{-2}mm Hg et si le champ magnétique a une valeur suffisante, le cylindre à potentiel constant qui se trouve entre les plaques d'aluminium est très lumineux. La force vive des électrons à vitesse constante est alors petite, la différence de potentiel entre les plaques et le cylindre est à peu près égale à V_a, car $V_p = 0$.

Les ions positifs qui sont accélérés entre le cylindre et les plaques frappent les plaques et produisent des électrons secondaires; ces derniers sont accélérés entre les plaques et le cylindre ionisé et pénètrent dans ce dernier; ils sont réfléchis à l'autre bout. A chaque traversée ils perdent de l'énergie en ionisant le gaz et finalement ils sont captés par l'anneau.

Dans les montages déjà décrits ([2]) la variation de potentiel des deux plaques est la même et en opposition de phase avec la variation de potentiel de l'anneau. Sur le schéma on peut facilement suivre ces variations. Si la durée d'une traversée est égale à T/2, les lignes figurées se succèdent à des intervalles de temps égaux à T/4. Tant que les plaques sont au potentiel $-\Delta V$ les électrons produits par les ions positifs acquièrent une énergie égale à $(V_a + \Delta V) \times e$; ils traversent l'anneau et arrivent aux plaques opposées au moment où ces plaques sont au potentiel $+\Delta V$, donc ces électrons ont un excès d'énergie égal $2\Delta V \times e$. Ils produisent une forte émission d'électrons secondaires qui gagnent entre les plaques et le cylindre l'énergie $(V_a - \Delta V) \times e$. Après le temps T/2, ils arrivent aux plaques opposées qui sont de nouveau au potentiel $-\Delta V$. Ils ne peuvent pas traverser l'espace entre les plaques et le cylindre et, par conséquent, l'émission est produite par les seuls ions positifs. On voit donc qu'une seule fois par période il y a une augmentation ΔI du courant. Ces variations peuvent être très grandes, car pendant le fonctionnement de l'oscil-

lateur le courant passe de 0,01 à 0,04 ampère. Si les plaques subissent simultanément la même variation de potentiel, des oscillations dont la fréquence ν est égale à $1/T$, $3/T$, $5/T$, etc., sont possibles (²).

Si les variations des potentiels des plaques sont en opposition de phase, tandis que le potentiel V_a de l'anneau reste constant, les oscillations possibles sont seulement celles pour lesquelles ν est égal à $2/T$, $4/T$ etc.

ÉLECTROCHIMIE. — *Application de la méthode conductimétrique au dosage simultané de l'acide molybdique et de l'ammoniaque dans les molybdates ammoniacaux.* Note de Mme **Zina Soubarew-Chatelain**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai décrit (¹) les variations de conductibilité qu'éprouvent les solutions diluées d'acide molybdique au cours de leur neutralisation et montré notamment que la neutralisation complète en MoO^4Na^2 par la soude était indiquée par un point anguleux.

Le dosage de l'ammoniaque par conductimétrie a déjà été décrit par Kolthoff (²). La libération d'une base faible par une base forte est indiquée sur la courbe de titrage par une portion de droite comprise entre deux points anguleux.

L'emploi d'un montage conductimétrique sensible permet de rendre ces dosages très précis. J'ai utilisé un montage en pont de Wheatstone alimenté par un oscillateur à lampe. L'appareil de zéro, constitué généralement par un écouteur téléphonique, a été remplacé par un microampèremètre, le courant électrique ayant passé successivement dans un amplificateur à lampes et un redresseur à contact solide. Le microampèremètre présente sur l'écouteur téléphonique l'avantage d'éliminer le facteur personnel de sensibilité auditive, et il permet en outre de suivre plus exactement les variations de conductibilité, en particulier dans le voisinage des points anguleux.

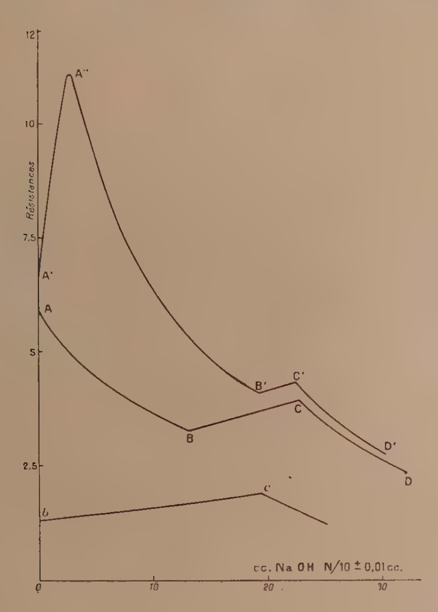
Examinons la courbe concernant le paramolybdate d'ammonium : suivant AB la soude neutralise le sel acide ; en effet, la liqueur, en présence de pourpre de bromocrésol (³), a viré exactement au point B. En ce point,

(¹) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 222.

(²) *Konduktometrische Titrationen*, Dresde et Leipzig, 1923.

(³) A. Travers et Malaprade, *Bull. Soc. Chim.*, 39, 1926, p. 1414.

la liqueur contient la totalité de l'acide molybdique tant sous forme de molybdate neutre d'ammonium $MoO^4(NH^4)^2$ que sous forme de molybdate neutre de sodium MoN^4Na^2. Suivant BC, la soude déplace l'ammoniaque, de sorte qu'au point C la totalité de l'acide molybdique se trouve sous forme de molybdate de sodium. A partir du point C, la diminution de résistance de la solution est due à la soude en excès. On déduit de ce diagramme la quantité d'acide molybdique en excès par rapport à la



Courbe ABC, $7\,MoO^3 . 3\,(NH^4)^2O . 4\,H^2O$; courbe A′B′C′, $8\,MoO^3 . 3\,(NH^4)^2O . n\,H^2O$; courbe *bc*, NH^4Cl.

composition du molybdate normal $MoO^4(NH^4)^2$ et celle de l'acide molybdique total contenu dans la liqueur.

Pour m'assurer de l'exactitude du dosage de l'ammoniaque, j'ai étudié l'action de la soude sur le chlorure d'ammonium en suivant les variations de conductibilité. Les résultats obtenus ont été pour une prise de $0^g,5$ de NH^4Cl

NH^4 calculé 33,64 pour 100, trouvé 33,66 pour 100.

Les quantités de MoO^3 et de $(NH^4)^2O$ trouvées pour le paramolybdate ont été, pour des prises d'essai de l'ordre de $0^g,2$ de $7MoO^3$, $3(NH^4)^2$, $4H^2O$,

	Trouvé.	Théoriquement.
MoO^3 pour 100	$86,5 \pm 0,1$	86,59
$(NH^4)^2O$ pour 100	$13,4 \pm 0,1$	13,41 sur le sel anhydre

La courbe obtenue pour l'octomolybdate d'ammonium présente un premier point anguleux A″ très accentué qui est à rapprocher de celui obtenu lors de la neutralisation de l'acide molybdique par la soude. Dans la solution de l'octomolybdate d'ammonium se trouverait donc, par suite d'hydrolyse, de l'acide molybdique libre.

Résultats obtenus pour $8MoO^3(NH^4)^2O.nH^2O$:

	Trouvé.	Théoriquement.
MoO^3 pour 100	$95,4 \pm 0,2$	95,68
$(NH^4)^2O$ pour 100	$4,6 \pm 0,2$	4,32 sur le sel anhydre

En ce qui concerne le dodécamolybdate, sel insoluble dans l'eau, on peut appliquer la même méthode. Pour cela, on transforme par la soude le sel ammoniacal en molybdate neutre de sodium en présence de bromocrésol. On transforme ensuite le molybdate neutre en acide molybdique au moyen d'une quantité équivalente d'acide chlorhydrique en suivant les variations de résistance de la solution. Finalement dans la solution il y a de l'acide molybdique, du chlorure de sodium et du chlorure d'ammonium. Ce dernier est titré par conductimétrie.

Résultats obtenus pour $12MoO^3.(NH^4)^2O.nH^2O$:

	Trouvé.	Théoriquement.
MoO^3 pour 100	$96,9 \pm 0,3$	96,91
$(NH^4)^2O$ pour 100	$3,0 \pm 0,3$	3,09 sur le sel anhydre

MAGNÉTISME. — *Caractères thermomagnétiques du sesquioxyde de fer cubique.* Note [1] de MM. **Georges Chaudron** et **André Michel**, transmise par M. Pierre Weiss.

A propos d'une Note récente de M. Forrer [2], dans laquelle il a étudié des échantillons de sesquioxyde de fer préparés par M. Hilpert, nous nous proposons de préciser qu'il est possible d'interpréter complètement les propriétés thermomagnétiques de tous les échantillons de sesquioxyde de

(1) Séance du 27 décembre 1938.

(2) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 670.

fer en ne faisant intervenir que les deux variétés connues : rhomboédrique et cubique. L'analyse thermomagnétique permet d'identifier ces deux formes : l'oxyde rhomboédrique est stable, faiblement ferromagnétique et possède un point de Curie à 675° (3); la forme cubique, fortement ferromagnétique, est instable : à l'air elle se transforme vers 500° en la variété rhomboédrique et sous vide elle peut se dissocier facilement en magnétite et oxygène. Cette forme cubique peut être considérée comme le résultat d'une insertion d'atomes d'oxygène dans le réseau cristallin de la magnétite (4).

Nous avons montré que l'on peut stabiliser le sesquioxyde cubique en substituant aux groupes FeO des groupes alcalins comme Na^2O; ces solutions solides présentent alors un véritable point de Curie qui se déplace d'une façon continue, pour des teneurs croissantes en addition, de 675° (point de Curie extrapolé du Fe^2O^3 cubique pur) à 250° (5). Bénard (6) a généralisé ces résultats en faisant jouer à d'autres métaux (Mn, Mg, Co), le rôle du métal alcalin : ces solutions solides sont, elles aussi, stables et possèdent un point de Curie situé entre 250° (solution solide limite) et 675° (corps pur). Enfin, Le Clerc a eu l'occasion de confirmer l'ensemble de ces observations en étudiant les catalyseurs à base d'oxydes de fer de la synthèse Fischer (7).

Toutes ces solutions solides, fortement ferromagnétiques, présentent, aux rayons X, la structure cubique. Mais il arrive que des préparations de sesquioxyde soient fortement ferromagnétiques et ne présentent aux rayons X que la seule structure rhomboédrique. Dans ce cas nous avons toujours pu, soit par analyse thermomagnétique, soit par l'essai de dissociation (8), déceler la présence de petites quantités de sesquioxyde cubique souvent microcristallin : ceci explique qu'il ait échappé à l'analyse cristalline.

De tels échantillons de sesquioxyde se rencontrent lors de l'étude de la lépidocrocite : c'est un fait bien connu (8) que l'hydrate FeO.OH

---

(3) G. Chaudron et H. Forestier, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 763; H. Forestier, *Thèse*, Paris, 1928; *Ann. Chimie*, 10e série, 9, 1928, p. 57.

(4) A. Michel, *Thèse*, Paris, 1937; *Ann. Chimie*, 11e série, 8, 1937, p. 317.

(5) A. Michel et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1191.

(6) J. Bénard et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1410.

(7) G. Le Clerc, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1099.

(8) A. Girard et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 406; S. Goldzstaub, *Thèse*, Paris, 1934.

sous sa forme lépidocrocite donne par déshydratation douce du sesquioxyde cubique plus ou moins bien cristallisé, et par déshydratation brutale du cubique mélangé à du rhomboédrique. Nous avons d'ailleurs interprété la diversité des courbes thermomagnétiques obtenues par déshydratation de la lépidocrocite ([9]), grâce à une étude systématique de l'influence de l'état de cristallisation sur la forme des courbes aimantation-température ([10]).

La détermination des points de Curie est souvent délicate, surtout lorsque le sesquioxyde cubique est microcristallin. Sur des échantillons instables, même bien cristallisés, la détermination de ce point, par extrapolation, peut être entachée d'erreur, car on ne peut pas savoir si, à côté de la variation d'aimantation due à l'élévation de température, ne vient pas s'ajouter la perte de ferromagnétisme due à la destruction partielle de l'oxyde cubique. Enfin le chauffage peut provoquer une mise en solution solide d'impuretés stabilisantes, ou une homogénéisation, ce qui entraîne évidemment des déplacements de la température du point de Curie.

Pour ces raisons, il ne nous semble pas que les phénomènes présentés par certains échantillons de sesquioxyde cubique, dont les caractères thermomagnétiques varient par chauffage, puissent être rapprochés des changements d'état magnétique que manifestent certains paramagnétiques. Il faut cependant signaler que ce problème se pose pour les pyrrhotines (solutions solides de soufre dans FeS), qui existent sous deux états, l'un ferromagnétique, l'autre paramagnétique, états qui ne peuvent pas être différenciés par les diagrammes Debye-Scherrer. Mais les anomalies physiques qui accompagnent le passage d'un état à l'autre, en particulier l'anomalie dilatométrique, permettent de penser qu'il existe entre les deux états des différences cristallines importantes, soit dans l'état d'ionisation des éléments constituants, soit dans la position des atomes de soufre supplémentaires en insertion dans le réseau cristallin du sulfure ferreux ([4]).

([9]) A. Michel et Mlle M. Gallissot, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1252.

([10]) A. Michel et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2171; A. Michel et Mlle M. Gallissot, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 140.

OPTIQUE. — *Sur l'émission en bout des tubes luminescents. Résultats numériques.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. Charles Fabry.

Dans une précédente Note, nous avons donné les formules qui expriment le flux total émis en bout par un tube luminescent. Nous nous proposons d'indiquer les résultats auxquels ces formules nous ont conduit, après avoir calculé numériquement les diverses intégrales qui y figurent pour diverses valeurs de l'absorption.

I. Une première remarque est que le flux total émis ne dépend pas du coefficient d'absorption seul, mais de son produit par le rayon du tube. Pour abréger, nous appellerons ce produit $kr = a$ absorption radiale. Les fonctions $\Lambda(m)$ et $H(m)$ et les intégrales où elles entrent ne dépendant que de la longueur du tube en demi-calibres M et de a auront la même valeur pour deux tubes géométriquement semblables et contenant deux fluides dont les coefficients d'absorption sont en raison inverse de leurs diamètres. On aura donc

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2}\frac{\mathcal{J}_1}{\mathcal{J}_2} \quad \text{ou} \quad \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{n_2^2}{n_1^2}\frac{\sigma_1}{\sigma_2}.$$

Cette formule pourra peut-être fournir des indications intéressantes, par exemple sur la manière dont la concentration d'une solution fluorescente influe sur l'efficacité des centres de réémission.

II. *Fluide incandescent ou électroluminescent.* — Le calcul de l'intégrale $\int_0^M \Lambda(m)\, dm$ permet de déterminer (formule 6) la *longueur utile*, celle à partir de laquelle le flux total n'augmente plus que d'une petite quantité, par exemple 1 pour 100, quand la longueur augmente indéfiniment. Pour un fluide infiniment peu absorbant, cette longueur utile est d'une vingtaine de calibres. Elle diminue très vite quand l'absorption radiale augmente, et tombe à 0,6 calibre environ pour $a = 2$.

Il résulte de là un procédé de mesure du coefficient d'absorption du fluide excité pour les radiations qu'il émet. On déterminera expérimentalement, en faisant varier la longueur du tube jusqu'à la longueur utile, le flux qu'il émet. On en déduira la courbe, en fonction de M, du flux émis rapporté au flux limite. D'autre part, nos calculs permettent de construire, pour chaque valeur donnée de M, la courbe, en fonction de a, du rapport du flux émis

au flux limite. L'abscisse du point de cette courbe de même ordonnée que le point d'abscisse M de la première fera connaître a et par suite, connaissant r le coefficient d'absorption k.

III. *Tubes photoluminescents excités en bout* (formule 8). — Le flux émis par le bout opposé, égal à zéro pour une longueur nulle, passe par un maximum puis revient vers zéro quand la longueur augmente. La longueur correspondant au maximum est de 0,39 calibre pour une absorption radiale nulle, et tombe à 0,125 calibre quand l'absorption radiale augmente jusqu'à 2. La notion de longueur utile est donc ici remplacée par celle de *longueur optimum.*

IV. *Tubes photoluminescents excités cylindriquement* (formules 10 et 11). — Le calcul des tables de la fonction $H(m)$ permet de montrer qu'il existe aux extrémités du tube une zone, de longueur à peu près égale au diamètre, où l'intensité des centres de réémission augmente à partir de l'extrémité, cette augmentation pouvant atteindre 50 pour 100; entre ces deux zones, si le tube est assez long, l'intensité est à peu près constante. Quand la longueur du tube augmente, le flux total émis tend vers une limite comme dans le cas II, mais un peu moins rapidement. La longueur utile reste cependant d'un très petit nombre de calibres dès que l'absorption radiale n'est pas très petite.

Tout ce qui a été dit en II pour la mesure du coefficient d'absorption reste valable en utilisant la formule (11) et les tables correspondantes.

V. *Comparaison de l'excitation en bout et de l'excitation cylindrique.* — Cette comparaison a été le but initial de notre travail. Elle peut être faite de différentes façons. Si l'on compare les deux modes d'éclairage avec deux tubes identiques, l'éclairage en bout donne toujours, quel que soit a, un flux secondaire plus intense pour les petites longueurs; l'égalité a lieu pour des longueurs qui augmentent de 0,36 à 0,49 calibre quand a augmente de 0 à 2; pour des longueurs plus grandes, l'éclairage cylindrique l'emporte naturellement d'autant plus que le tube est plus long. Mais il est plus intéressant de comparer deux tubes de même diamètre, remplis du même fluide, et présentant l'un, pour l'éclairage en bout, la longueur optimum, l'autre, pour l'éclairage cylindrique, la longueur utile. Alors, pour $a < 1,2$, l'éclairage cylindrique l'emporte sur l'éclairage en bout, et c'est l'inverse pour $a > 1,2$. D'ailleurs, si le fluide est très peu absorbant, le diamètre que l'on peut pratiquement donner au tube est toujours tel que le premier cas soit réalisé. *D'une manière générale, l'éclairage cylindrique sera donc le meilleur pour l'étude des fluides peu absorbants (par exemple,*

solutions fluorescentes étendues); tandis que pour les fluides très absorbants (résonance optique) l'emploi d'un tube large et court (sous la longueur optimum) éclairé en bout, sera préférable.

Voici un exemple numérique : d'après les observations de Wood, le coefficient d'absorption de la radiation 2537 Å par la vapeur de mercure à 20° est d'environ 1,38. Une cuve cylindrique de 29^{mm} de diamètre et de $3^{mm},8$ d'épaisseur, ce qui correspond à la longueur optimum, donnera, par éclairage en bout, un flux 2,6 fois plus grand qu'un tube de même diamètre et de $11^{mm},6$ de longueur (longueur utile) éclairé cylindriquement.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau type de cellules photoélectriques.* Note de M. **Georges Déchêne**, présentée par M. Aimé Cotton.

Lorsqu'un courant électrique traverse une couche mince d'oxyde mercurique (jaune ou rouge), la résistance de contact sur l'anode prend rapidement une valeur très élevée; la variation brusque du potentiel contre cette électrode est alors peu différente de la tension totale utilisée. J'ai constaté que l'éclairement de la substance à travers une anode transparente fait diminuer la résistance du contact, de sorte que l'intensité du courant passe de la valeur i_0 (courant d'obscurité) à $i_0 + i_e$ (i_e = courant d'éclairement).

Construction des cellules. — L'oxyde mercurique est comprimé, sur une épaisseur de 2 à 3^{mm}, à l'extrémité d'un moule cylindrique en ébonite. L'anode transparente semi-conductrice, qu'on serre fortement sur la substance, est obtenue en immergeant pendant quelques minutes une lame de cellophane dans une solution étendue d'acide sulfurique, puis en la laissant sécher; l'autre électrode est en mercure.

Propriétés de ces cellules. — *a. Influence de la durée de passage du courant.* — Le courant d'obscurité diminue si la tension entre les électrodes est maintenue; au contraire le courant d'éclairement reste sensiblement constant. *Exemple :*

Durée de passage du courant (tension : 4 volts).	Courant d'obscurité.	Courant d'éclairement (lampes 60 watts à 2^m).
5 minutes..............	$44 .10^{-8}$ amp.	$12,6.10^{-8}$ amp.
15 »	$7,1.10^{-8}$	$12,6.10^{-8}$
1 heure..............	$3,8.10^{-8}$	$12,6.10^{-8}$
9 heures..............	$0,9.10^{-8}$	$11,8.10^{-8}$

b. Influence de l'intensité de l'éclairement. — Le courant d'éclairement n'est proportionnel au flux lumineux reçu par la cellule que pour de faibles éclairements (au maximum quelques lux). Pour les éclairements très intenses (quelques milliers de lux en lumière blanche), la résistance de contact anodique devient faible et le courant d'éclairement prend une valeur limite qui dépend de la résistance ohmique de la cellule.

c. Influence de la durée de l'éclairement. — Pour un faible éclairement (une fraction de lux par exemple en lumière blanche), le courant n'atteint sa valeur limite qu'après plusieurs minutes; sa loi de variation avec le temps est indépendante de la nature de la lumière. Dans le cas d'un éclairement intense (par exemple 100 lux), le courant passe par un maximum, puis décroît; avec un éclairage monochromatique, on constate que la durée d'éclairement correspondant au maximum varie entre une fraction de seconde et plusieurs dizaines de secondes suivant la longueur d'onde de la radiation.

d. Influence de la tension. — Le courant d'éclairement (comme le courant d'obscurité) varie avec la tension appliquée à la cellule. *Exemple :*

Tension.	Courant d'obscurité.	Courant d'éclairement (lampe 60 watts à 2^m).
4 volts..................	$2,2.10^{-8}$ amp.	11.10^{-8} amp.
8 »	$7,7.10^{-8}$	15.10^{-8}
12 »	$15\ .10^{-8}$	20.10^{-8}
16 »	$22\ .10^{-8}$	23.10^{-8}

e. Répartition spectrale de la sensibilité. — La sensibilité possède un maximum dans le vert, pour la longueur d'onde $0^{\mu},55$; elle diminue rapidement lorsque la longueur d'onde croît et devient négligeable vers l'extrémité du spectre visible; au contraire, la sensibilité se prolonge dans l'ultraviolet jusqu'à la limite de transparence de l'électrode en cellophane (vers 2400 Å); les cellules sont par exemple très sensibles pour la radiation 2357 Å du mercure.

f. Limite des flux mesurables. — La sensibilité en lumière blanche, pour un faible éclairement, avec une tension appliquée de quelques volts, est de quelques dizaines de microampères par lumen, c'est-à-dire environ 10 fois plus faible que pour une cellule à couche d'arrêt et du même ordre de grandeur que pour une cellule photoémissive. La grande résistance de la cellule (quelques milliers de mégohms dans l'obscurité) permet d'utiliser un dispositif de mesure très sensible; par exemple, en déterminant à l'électromètre la chute de potentiel dans une résistance liquide de 1000 mégohms

en série avec la cellule, on décèle aisément un flux lumineux de 10^{-6} lumen.

Conclusion. — Les cellules photoélectriques à l'oxyde mercurique sont d'une construction très simple et d'un prix de revient insignifiant. Le traînage important qu'elles présentent rend leur emploi assez malaisé pour des mesures quantitatives. Par contre, dans le visible et l'ultraviolet, elles peuvent rendre, pour des usages qualitatifs (dispositifs de barrage par exemple) les mêmes services que les autres types de cellules.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur un élément* 87, *dérivé de l'actinium.*

Note de M[lle] **Marguerite Perey**, présentée par M. Jean Perrin.

Afin de connaître avec précision l'évolution de l'activité du rayonnement β émis par l'actinium privé de ses dérivés, nous en avons suivi l'accroissement, en nous efforçant de mesurer le plus tôt possible après la dernière purification l'activité β propre à l'actinium, avant que celle de ses successeurs intervienne.

Partant d'un sel de lanthane actinifère déjà soigneusement privé de ses dérivés, nous avons éliminé les dernières traces de radioactinium par entraînement au moyen d'hydrate cérique en milieu oxygéné, et le dépôt actif par entraînement au moyen d'hydrogène sulfuré en présence de plomb; nous avons alors précipité le lanthane actinifère, en présence de baryum, par l'ammoniaque décarbonatée qui laisse l'actinium X en solution.

Pendant les deux premières heures qui suivent la fin de la purification, on constate que l'activité du rayonnement β croît d'abord avec une période d'une vingtaine de minutes, présente ensuite un palier, puis augmente en raison de la formation des dérivés.

Nous avons pensé que cette montée initiale d'activité était peut-être due à la formation de dépôt actif provenant de traces d'actinium X qui auraient pu ne pas être éliminées. Aussi avons-nous essayé, mais vainement, d'entraîner cette activité par précipitation de sulfure de plomb.

Cette montée initiale n'avait jamais encore été constatée; il paraissait donc logique de l'attribuer à la formation, dans l'actinium, d'un radioélément nouveau séparé au cours des purifications. Le rayonnement β de ce corps est absorbé de moitié par $18/100^{mm}$ d'aluminium ($\mu = 39\ cm^{-1}$). Mesurée en rayonnement β, la valeur du palier représente environ 1/2 pour 100 de l'activité du produit à l'équilibre.

Pour caractériser l'identité chimique de ce nouveau corps radioactif *naturel*, nous avons cherché à déterminer à quel moment des opérations il se séparait de l'actinium. L'eau mère de la dernière purification, qui par suite des précipitations doit être inactive et ne doit contenir que des sels ammoniacaux, une fois évaporée à sec, présente une activité β qui décroît avec la même période de 21 minutes que précédemment. De nouvelles précipitations d'hydrate cérique, de sulfure de plomb, de carbonate de baryum, n'entraînent pas cette activité, qui semble appartenir à un élément alcalin.

Dans l'hypothèse que ce radioélément est formé par émission de rayons α à partir de l'actinium, il occuperait la place 87 dans la classification périodique; pour le prouver, nous avons cherché à constater l'analogie chimique de ce corps avec le cæsium par syncristallisation : le perchlorate de cæsium a été choisi pour cela, en raison de sa faible solubilité qui le distingue des perchlorates des métaux non alcalins, très solubles. En ajoutant du chlorure de cæsium à l'eau mère et en précipitant par une solution de perchlorate de sodium, il se forme des cristaux qui entraînent l'activité : celle-ci décroît exponentiellement avec la période de 21 minutes ± 1.

Il s'agit donc bien de l'homologue supérieur du cæsium, de numéro atomique 87.

Sa formation à partir de l'actinium ne peut être envisagée que par émission de rayons α. C'est pourquoi nous avons cherché un tel rayonnement dans le produit d'actinium exempt de ses dérivés. Nous avons effectivement observé un rayonnement α de $3^{cm},5$ de parcours dans l'air, T. P. N., rayonnement qui avait déjà été signalé [1] et, par la suite, attribué à des traces de protactinium [2]. Nous avons vérifié que notre produit d'origine était exempt de protactinium; d'autre part, s'il y en avait eu des traces, les précipitations de radioactinium avec l'hydrate cérique les auraient éliminées.

Nous sommes donc amenée à penser que cet élément *radioactif naturel*, de période 21 minutes, a le numéro atomique 87 et dérive, par rayonnement α, de l'actinium; soit que l'actinium possède un faible embranchement α, ou qu'il soit un mélange de deux isotopes se désintégrant l'un par rayonnement β, l'autre par rayonnement α.

---

(1) St. Meyer, V. F. Hess et F. Paneth, *Wiener Ber.*, 123, 1914, p. 1459.

(2) Meyer-Schweidler, *Radioaktivität*, 1927, p. 471.

On sait que M. Hulubei (³) a observé, au moyen d'un spectrographe à rayons X, dans des produits de traitement de pollucite, des raies correspondant à l'élément 87. Il conclut donc à la présence dans ce minerai d'un élément durable ayant ce numéro et auquel il a donné le nom de moldavium.

Si ces résultats se confirment, il existerait donc au moins deux isotopes de numéro atomique 87, l'un de vie assez longue, et l'autre, le corps à vie courte que nous signalons.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Isomérie nucléaire produite par les rayons X du spectre continu.* Note (¹) de MM. **Bruno Pontecorvo** et **André Lazard**, présentée par M. Jean Perrin.

Les paires d'isomères instables vis-à-vis de la désintégration β sont mises en évidence par le fait que les périodes de décroissances correspondantes sont différentes. La radiation γ [probablement très convertie (²)] correspondant à la transition de l'état excité à l'état fondamental est cependant difficilement observable. Ces difficultés ne se présentent pas dans le cas des isomères stables vis-à-vis de la désintégration β (β-stables). En provoquant des transmutations nucléaires on pouvait espérer obtenir un noyau β-stable dans un état métastable; mais en opérant ainsi, on se heurte à plusieurs difficultés : en effet les transmutations sont très souvent accompagnées de la production de radioéléments artificiels, et il est ainsi difficile de distinguer ce noyau d'un noyau radioactif β. Toutefois des expériences récentes indiquent la formation d'isomères β-stables (³).

Nous avons pensé (⁴) à la possibilité de produire des noyaux isomères

(³) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 927; 205, 1937, p. 875.

(¹) Séance du 3 janvier 1939.

(²) B. Pontecorvo, *Congrès du Palais de la Découverte*, Paris, octobre 1937, p. 118; H. Hebb et G. E. Uhlenbeck, *Physica*, 5, 1938, p. 605; S. M. Dancoff et P. Morrison, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 149; L. W. Alvarez, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 486; B. Pontecorvo, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 542; E. Segré et G. T. Seaborg, *Phys. Rev.*, 54, 1938, p. 772.

(³) M. Dodé et B. Pontecorvo, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 287; E. Segré et G. T. Seaborg, *loc. cit.*; M. Goldhaber, R. D. Hill et L. Szilard, *Nature*, 142, 1938, p. 521.

(⁴) B. Pontecorvo, *Compte rendu des séances de discussion du Laboratoire de Chimie nucléaire au Collège de France.*

β-stables à l'aide d'une méthode par laquelle il est *impossible de provoquer une transmutation*.

Cette méthode consiste à irradier l'élément étudié par des photons dont l'énergie est inférieure à l'énergie de dissociation des noyaux. Nous avons affaire à un noyau que nous supposons avoir un premier état excité métastable; on ne peut pas exciter d'une façon sensible cet état, extrêmement étroit, par absorption d'un quantum correspondant à l'énergie de ce niveau (il en serait peut-être autrement si l'on tentait de produire l'excitation par un bombardement d'électrons). Mais on peut espérer exciter des niveaux plus élevés du noyau; une partie des noyaux ainsi excités pouvant passer par l'éventuel état métastable, c'est la radiation émise à partir de cet état qui sera observable.

Les formules de dispersion de Bethe-Placzeck permettent d'évaluer la section efficace pour l'excitation des noyaux.

Cette même section donnera aussi l'ordre de grandeur de la section efficace pour la formation d'un isomère, si l'on admet qu'une fraction considérable des noyaux excités passe par l'état métastable.

Dans le cas d'un spectre continu de photons on calculera la moyenne $\bar{\sigma}$ sur plusieurs niveaux de la section efficace pour la diffusion; on trouve $\bar{\sigma} \sim \lambda^2 \Gamma_0 \delta$ donc croissant rapidement avec l'énergie des photons (λ, longueur d'onde des photons incidents; Γ_0, largeur moyenne des niveaux de la région étudiée, correspondant à la transition directe à l'état fondamental; δ, densité des niveaux).

Avec des rayons X de 1,5 à $2,10^6$ eV, $\bar{\sigma}$ est de l'ordre de 10^{-30} cm², si l'on prend $\Gamma_0 = 0,01$ volt et $\delta = 10^{-4}$ volt^{-1} (noyau lourd).

Cette évaluation, bien que grossière, montre qu'en utilisant les moyens que nous avons de produire d'intenses faisceaux de rayons X de grande énergie, au Laboratoire de Synthèse atomique, on pourrait déceler des états métastables. Le tube à étages multiples de ce Laboratoire ([5]), construit et perfectionné par A. Lazard, alimenté par un générateur d'impulsion, a été utilisé dans nos expériences, pour fournir un spectre coutinu de rayons X dont l'énergie maximum était de 1850 kilovolts (18 décharges de 0,01 coulomb par minute).

Les corps à irradier étaient placés à l'extérieur du tube sous forme de plaque, au-dessous de l'anticathode en tungstène, séparés de celle-ci par une épaisseur de cuivre de 5mm. La plaque, après l'irradiation, était roulée

---

([5]) F. JOLIOT, A. LAZARD et P. SAVEL, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 826.

en forme de cylindre, pour entourer un compteur à fil à paroi d'Al de 5^{μ} (plein d'air à la pression atmosphérique). Le compteur, entouré de briques de plomb, était placé à environ 30^{m} du tube.

Nous avons trouvé à plusieurs reprises un effet positif dans l'indium : la période est de $3^{h},9 \pm 0,5$; dans un essai l'intensité initiale mesurée était de 110 coups par minute au-dessus du mouvement propre du compteur (10 coups par minute). L'irradiation avait duré 45 minutes (810 décharges).

La période que nous trouvons est sensiblement la même que celle que Goldhaber, Hill et Szilard [3] ont trouvée en irradiant In avec des neutrons *rapides* ($4^{h},1$) et qu'ils ont attribuée à un état métastable de 115_{In} [réaction (n, n)] pouvant soit retourner à l'état fondamental, soit se désintégrer par émission β : leur interprétation concorde parfaitement avec nos expériences.

L'absence de photoneutrons dans nos expériences est montrée avant tout par le fait que l'on ne trouve pas la période très intense de 54 minutes de In. De plus un essai d'activation d'un détecteur d'Ag entouré d'eau a été complètement négatif.

Des mesures d'absorption du rayonnement montrent qu'une épaisseur de 0,05 Al réduit de moitié l'intensité du rayonnement, celle-ci étant encore mesurable après une épaisseur de $0^{mm},2$ Al.

Nous pensons que ces expériences mettent en évidence d'une façon directe un phénomène de fluorescence nucléaire durable provoqué par les rayons X.

RAYONS COSMIQUES. — *Mesures de l'effet de latitude pour les gerbes.*
Note [1] de M. G. **Occhialini**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous donnons dans la présente Note des mesures de gerbes, faites avec des compteurs, entre Bahia et Trieste, à bord du paquebot *Oceania*, du 3 au 19 janvier 1938 [2].

Les recherches sur l'effet de latitude des rayons cosmiques ont eu principalement pour but l'étude de particules isolées ou celle de l'ionisation.

---

(1) Séance du 12 décembre 1938.

(2) Marcello Damy de Souza Santos a collaboré aux mesures effectués entre Santos et Pernambouc.

Pour les gerbes, Johnson (³) a tout d'abord constaté l'absence complète d'un effet quelconque, puis dans des recherches postérieures, Johnson et Read (⁴) ont obtenu un effet global de 6 pour 100 pour les gerbes contre 14 pour 100 pour les particules isolées. Un résultat analogue a été obtenu par Pickering (⁵) et par Neher et Pickering (⁶).

Les appareils compteurs et enregistreurs ont été placés à la poupe du bateau. Les compteurs employés, de 3^{cm} sur 35^{cm}, avaient été construits sur les indications des Drs Cosyns et Gisolf (⁷).

Entre la zone équatoriale et la zone tempérée, la variation de l'ionisation dans les appareils est de l'ordre de 10 pour 100, susceptible d'altérer sensiblement le nombre des coïncidences casuelles, cet effet est rendu évident par l'augmentation de 0,69 à 0,75 par minute, observée en passant de Babia à Trieste, pour le point de la courbe de Rossi d'abscisse zéro.

Les deux courbes de la figure 2 ont été tracées d'après les mesures prises

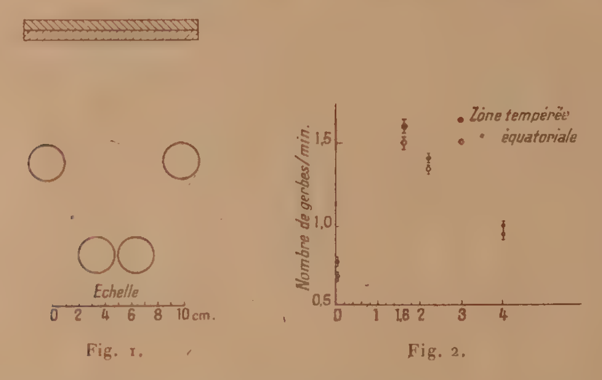


Fig. 1. Fig. 2.

dans deux intervalles : entre Bahia (13° S, 40° W) et (6° N, 28° W) et entre Gibraltar (35° N, 8° W) et (43° N, 14° E).

Cette sélection entre les résultats obtenus *est justifiée par les résultats des travaux de Clay et de Millikan et Neher, ainsi que par une mesure directe que nous avons réalisée en comptant le nombre des impulsions individuelles d'un compteur placé sous une longue couche* absorbante de plomb, de $4^{cm},5$

(³) *Phys. Rev.*, 47, 1935, p. 318.

(⁴) *Phys. Rev.*, 51, 1937, p. 557.

(⁵) *Phys. Rev.*, 49, 1936, p. 945.

(⁶) *Phys. Rev.*, 53, 1938, p. 111.

(⁷) Pour les détails expérimentaux voir G. Wataghin et M. Damy de Souza Santos, *Boletim depart. de Physica da Universidade de São Paulo*, 1938, n° 1, p. 1.

d'épaisseur). La variation indiquée par le tableau ci-dessous et qui est

Impulsions par minute.		Positions géographiques.		
154	± 1	13° S	40° O	Bahia
152	± 2	2° S	35° O	Recife
155	± 2	0°	30° O	
154	± 3	6° N	28° O	
157	± 2	14° N	24° O	Cabo Verde
164	± 2	20° N	19° O	
163	± 2	28° N	17° O	Canarias
162	± 2	35° N	8° O	Gibraltar
166	± 2	37° N	3° E	Alger
165	± 2	41° N	14° E	Naples
167	± 2	43° N	14° E	Ancone

de l'ordre de 10 pour 100, peut être considérée comme une mesure de l'effet de latitude entre Bahia et Trieste pour les *particules isolées* capables de traverser $4^{cm},5$ de plomb (E = 150 MEV) et provenant de toutes les directions.

La similitude entre les deux courbes de la figure 2 semble prouver que les gerbes produites au niveau de la mer sont dues, pour la plupart, à une radiation de même qualité dans les deux zones, équatoriale et tempérée. En effet, à une variation de l'ordre de 9 pour 100 dans l'intensité de la radiation incidente correspond, pour les gerbes, une variation qui ne dépasse certainement pas 3 pour 100. En raison de l'augmentation des coïncidences accidentelles indiquée plus haut, ce résultat peut s'accorder avec ceux de Johnson et Read (4), Pickering (5), Neher et Pickering (6), qui doivent être considérés comme une limite supérieure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination des températures de congélation et des points d'ébullition, à pression réduite, des mélanges éthylglycol et eau.* Note de MM. **René Delaplace** et **Charles Béchard**, présentée par M. Jean Perrin.

L'étude du délicat problème du refroidissement des moteurs d'aviation de grande puissance nous a amenés à mesurer d'une façon très précise les points de congélation des mélanges éthylglycol et eau, et surtout, les points

d'ébullition de ces mélanges à la pression atmosphérique, puis à des pressions correspondant à des altitudes de 2000^m, 5000^m et 8000^m.

Étude de la congélation des mélanges éthylglycol et eau. — L'éthylglycol que nous avons utilisé était parfaitement pur. Cependant, il n'était pas rigoureusement exempt d'eau et en contenait environ 0,3 pour 100. Nous n'avons pas jugé utile de distiller ces traces d'eau d'un corps qui, à l'état normal, est lui-même fortement hygroscopique.

Le tableau suivant résume l'ensemble des résultats que nous avons obtenus.

Volumes pour 100 d'éthylglycol.	Points de congélation.
Éthylglycol pur	—12°,5
94,7	—24
90,1	—30
81,8	—38

Zone où les points de fusion ne sont plus déterminables.

Volumes p. 100 d'éthylglycol.	52,5	49	44	38,5	32,5	25	17	12,5
Points de coagulation (°)	—40	—34	—28	—23	—18	—12	—6,7	—4

Nous avons été amenés à faire les remarques suivantes :

Au-dessous de —40° et pour des teneurs en eau inférieures à 25 pour 100, on a un liquide fortement sirupeux mais transparent. Pour des teneurs en eau supérieures à 50 pour 100 et allant vers 70 pour 100, on a un liquide très fortement sirupeux mais d'aspect laiteux, donnant l'impression d'une bouillie de glace. Au-dessous de — 80°, les mélanges se solidifient et sont transparents.

Nous avons également remarqué que pour une teneur en eau de l'ordre de 20 pour 100, on trouve une zone où les points de fusion ne sont plus déterminables avec précision.

Températures d'ébullition. — Nous avons déterminé les températures d'ébullition des mélanges en prenant toutes les précautions habituelles pour éviter les surchauffes et les changements de concentration.

Le tableau ci-contre résume l'ensemble des résultats obtenus.

Volumes pour 100 d'éthylglycol.	Point d'ébullition. 760mm.	(2000m) 596mm.	(5000m) 405mm.	(8000m) 267mm.
Éthylglycol pur	185°	177°	165°	150°
94,7	157	148	140	130
90	140	134,5	124	115
85,7	134	126	116	104,5
81,8	130	119	108	101
78,2	121	117	106,5	100
75	120	114	104	93
72	120	110	99,5	89
66,6	117	107	97	86
60	116	105	94,5	84
50	113	102	92	81
40	108	99	89,5	79
25,7	104	97	87	76
Eau pure	100	93,4	83,3	73

L'ensemble des courbes des points d'ébullition des mélanges éthylglycol et eau aux différentes pressions montre encore que, pour une teneur en eau de l'ordre de 20 à 25 pour 100, on trouve un point d'inflexion. Et il est remarquable de constater que, pour ces teneurs en eau, les mesures de constantes diélectriques [3] du mélange font apparaître aussi une anomalie.

Nous pensons que ce phénomène est dû à la présence d'un hydrate de glycol à une molécule d'eau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur l'évolution dans l'air, dans l'eau et dans le vide de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit.* Note [1] de M. **Paul Bastien**, présentée par M. Léon Guillet.

Le décapage des aciers par les solutions acides est accompagné d'une diffusion dans le métal d'une partie de l'hydrogène naissant libéré par la réaction et d'une baisse de sa capacité de déformation. Après attaque et à l'air, cet état de fragilité s'atténue, mais d'après Bardenheuer et Ploum [2], l'acier ne retrouve jamais complètement la capacité de déformation qu'il

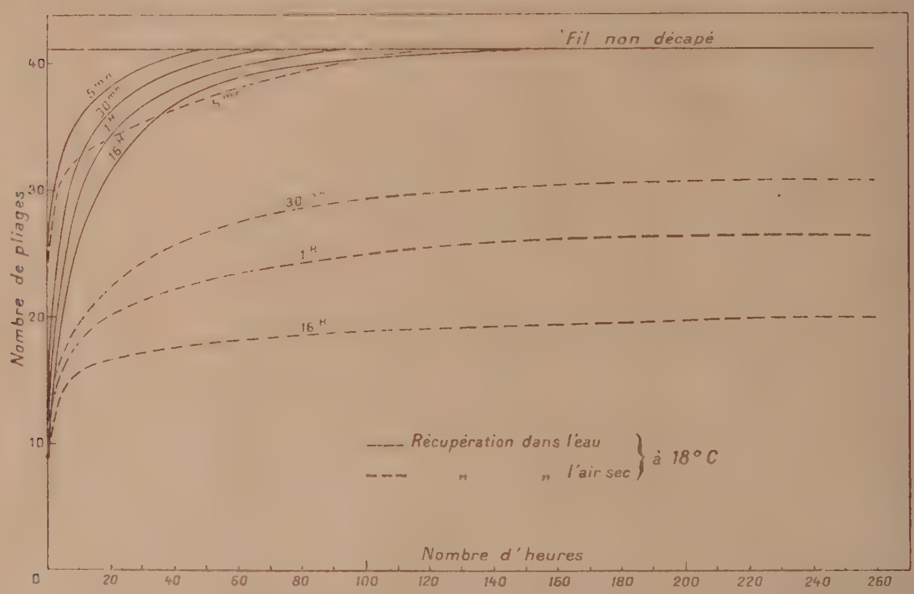
(3) J. Åkerlöf, *J. Am. Chem. Soc.*, 54, 1932, p. 4125.

(1) Séance du 27 décembre 1938.

(2) *Mitteilungen Kaiser-Wilhelm Inst. fur Eisenforschung*, 19, 1937, p. 299-303.

possédait avant décapage. Dans nos recherches, nous nous sommes proposé d'étudier certains des facteurs influant sur le développement de la fragilité au cours de l'attaque et sa disparition ultérieure avec le temps.

La diminution de la capacité de déformation de fils de 2^{mm} de diamètre en acier extra-doux recuit (C 0,065 °/₀; Si 0,04 °/₀; Mn 0,44 °/₀; S 0,03 °/₀; P 0,02 °/₀), par décapage dans des solutions aqueuses, de diverses concen-



Récupération dans l'air et dans l'eau de fils décapés, à 18° C., dans une solution d'acide chlorhydrique à 10 pour 100 pendant 5 minutes, 30 minutes, 1 heure et 16 heures.

trations, des acides chlorhydrique, sulfurique et citrique, a été caractérisée par des essais de pliages alternés (rayon de courbure de 7^{mm}). La diminution de la fragilité, ou récupération, après décapage a été caractérisée par le même procédé.

1° *Comparaison entre les récupérations dans l'air sec* (³) *et dans l'eau.* Nos essais ont montré (voir figure), que cette récupération est, dans un milieu donné, d'autant plus lente que le décapage a été plus long et qu'elle est beaucoup plus rapide dans l'eau que dans l'air. Deux cas sont à distinguer :

(³) L'air sec a été utilisé pour éliminer l'influence du degré hygrométrique de l'atmosphère qui joue un rôle non négligeable dans ce phénomène de récupération.

a. La fragilité initiale, après décapage, est caractérisée par un nombre de pliages supérieur à 6; dans ce cas, alors que la récupération est lente et pratiquement incomplète [4] à l'air sec, elle est rapide et complète dans l'eau, pour l'acier étudié, et est accompagnée d'un dégagement mesurable d'hydrogène.

b. La fragilité initiale, après décapage, est caractérisée par un nombre de pliages inférieur ou égal à 6; dans ce cas, la récupération reste très incomplète à l'air sec et même dans l'eau, malgré des dégagements importants d'hydrogène. Bref, il résulte de nos essais qu'il existe une fragilité de décapage critique, et par suite probablement une concentration en hydrogène limite, au-dessous de laquelle le métal peut récupérer totalement par simple immersion dans l'eau et au-dessus de laquelle il est définitivement altéré. Cette altération définitive peut être due soit à une déformation permanente du réseau de l'acier provoquée par les atomes d'hydrogène [5], soit, comme le suggère P. Bardenheuer [6], à une recombinaison, au contact d'inclusions non métalliques, de soufflures ou de porosités, de l'hydrogène atomique en hydrogène moléculaire insoluble. L'importance de ces altérations locales semble confirmée par le fait que si l'on explore, dans sa longueur, un fil possédant une fragilité initiale de 5 et plongé 125 heures dans l'eau, les essais de pliages alternés, le long de l'échantillon, ont une dispersion tout à fait anormale, les nombres de pliages, allant, suivant les points, de 6 (récupération nulle) à 35 (récupération quasi totale).

2° *Comparaison entre les récupérations dans l'air et dans le vide.* — Le dégazage à froid, par simple action du vide, de fils préalablement décapés, permet de recueillir des quantités appréciables d'hydrogène [7] et d'accélérer la récupération. On a, en effet, pour des fils possédant, après attaque dans une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, une fragilité initiale correspondant à 8 pliages :

Nombre d'heures dans le vide.	Nombre de pliages.	Nombre d'heures à l'air.	Nombre de pliages.
3 heures 10 minutes...	13	3 heures	9,5
21 heures	26	21 heures	12

(4) Sauf pour les durées de décapage très courtes (5 minutes par exemple).

(5) G. Chaudron, A. Portevin et A. Moreau ont montré que le fer électrolytique, dégazé totalement à froid, conserve une dureté élevée, due à la distorsion du réseau, ceci malgré le départ de l'hydrogène (*Comptes rendus*, 207, 1938, p. 235-237).

(6) *Stahl und Eisen*, 57, 1937, p. 593.

(7) De l'ordre de $0^{cm^3},75$ d'hydrogène par heure, pour 100^g de fils de 2^{mm} de diamètre, dans chacune des trois premières heures de vide, et dans le cas des essais rapportés au tableau ci-dessus.

Par séjour à l'air, après ce dégazage partiel dans le vide, la récupération se poursuit rapidement puisque après 120 heures les fils cassent à 35 pliages alors que ceux, non soumis à l'action du vide et exposés simplement à l'air pendant le même temps, cassent à 14 pliages.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Quelques effets antioxygènes du point de vue de la règle pratique de l'écart électronique.* Note de MM. **Pierre Carré** et **Louis Peigné**, présentée par M. Marcel Delépine.

MM. Dufraisse et Horclois ont montré ([1]) que certaines substances se comportent comme des catalyseurs négatifs susceptibles de déterminer l'extinction du charbon en ignition dans l'air et, en particulier, que l'oxychlorure de phosphore est un catalyseur négatif cinq fois plus actif environ que le tétrachlorure de carbone.

Cette différence d'activité de l'oxychlorure de phosphore et du tétrachlorure de carbone nous paraît pouvoir s'interpréter de la manière suivante : Les constitutions électroniques de l'oxychlorure de phosphore et du tétrachlorure de carbone

```
       ..                      ..
     : O :                   : Cl :
  ..   ..   ..            ..   ..   ..
: Cl : P : Cl :         : Cl : C : Cl :
  ..   ..   ..            ..   ..   ..
     : Cl :                  : Cl :
       ..                      ..
```

nous montrent que, dans l'oxychlorure de phosphore, les éléments P et O peuvent être considérés comme des ions liés et sont par suite fortement polaires, tandis que, dans le tétrachlorure de carbone, chacun des éléments ayant son nombre normal d'électrons, la différence de polarité entre C et Cl est due uniquement à ce que l'un de nous a appelé l'écart électronique ([2]), et est par suite peu élevée. D'autre part, si l'on admet pour l'oxygène actif la constitution électronique

```
 ..  ..
: O : O ,
 ..  ..
```

on conçoit que cet oxygène pourra être retenu, et par suite inactivé pour une autre réaction, de manière plus prononcée par l'oxychlorure de phosphore que par le tétrachlorure de carbone.

([1]) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 564.
([2]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 298 et 740.

Cette interprétation est en accord avec l'étude suivante de l'action antioxygène de l'oxychlorure de carbone $COCl^2$, et du chlorosulfure de carbone $CSCl^2$, sur l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque par l'oxygène de l'air.

La règle pratique de l'écart électronique nous conduit à admettre que la différence de polarité entre C et S de $CSCl^2$ est plus grande que la différence de polarité entre C et O de $COCl^2$, ce qui correspond bien aux différences de stabilité des esters chloroformiques et chlorothioformiques (³). Cette différence laisse prévoir que le chlorosulfure de carbone doit retenir l'oxygène actif plus énergiquement, donc être un antioxygène plus actif que l'oxychlorure de carbone. C'est ce que nous avons vérifié dans le cas de l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque par l'oxygène de l'air, dans différentes conditions, et en présence de faibles quantités sensiblement équivalentes d'oxychlorure de carbone et de chlorosulfure de carbone.

Exemple. — Deux échantillons de 5^g chacun d'aldéhyde benzoïque contenant respectivement $0^g,055$ de $COCl^2$ ($1/86^e$ de molécule pour 1^{mol} d'aldéhyde benzoïque), et $0^g,06$ de $CSCl^2$ ($1/91^e$ de molécule pour 1^{mol} d'aldéhyde benzoïque) ont été maintenus 24 heures en contact avec 1^l d'air à la température ordinaire; il s'est formé, dans le premier cas (en présence de $COCl^2$) $1^g,1$ d'acide benzoïque, et dans le second cas (en présence de $CSCl^2$) $0^g,9$ d'acide benzoïque. Les mesures de diminution des volumes d'air résultant de l'absorption de l'oxygène confirment ces résultats.

En résumé, dans les cas examinés ci-dessus, l'action antioxygène paraît dépendre de la différence de polarité des éléments directement liés dans les corps antioxygènes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydrogénation catalytique, au moyen du nickel, Raney ou ordinaire*. Note de MM. **Léon Palfray** et **Sébastien Sabetay**, présentée par M. Marcel Delépine.

Le nickel est spécialement un catalyseur d'*hydrogénation*. Depuis les mémorables travaux de Sabatier et Senderens, son champ d'application n'a cessé de s'accroître dans ce sens.

De très bonne heure, ces savants pensèrent que Ni devait aussi fonctionner comme catalyseur de *déshydrogénation*. Ils réussirent, en effet, à revenir des alcools aux composés carbonylés correspondants. Mais, à vrai

(³) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2159.

dire, on dépassait le but, on obtenait surtout des carbures et des produits de coupure ([1]). Leur conclusion formelle fut que Ni était trop actif pour la déshydrogénation et le cuivre réduit leur apparut de beaucoup supérieur. Depuis, on a trouvé que l'argent était encore plus avantageux, la température de déshydrogénation pouvant être abaissée à 200°.

Dans le même sens, témoignent les nombreux essais d'Ipatieff, qui a étudié la déshydrogénation catalytique sous pression et à des températures élevées : 360° à 700° et au-dessus (ce qui implique une certaine action de craquage) ([2]).

Aussi la déshydrogénation catalytique par Ni ne semble-t-elle pas être devenue d'application fréquente, dans les laboratoires, pour le passage des alcools aux composés carbonylés correspondants ([3]).

Elle a cependant retrouvé un regain d'actualité, par le fait d'études récentes qui ont attiré l'attention sur certaines propriétés, vraiment curieuses, du Nickel Raney, vraisemblablement liées à sa structure particulière. C'est ainsi que Paul ([4]), faisant agir le Ni Raney sur quelques alcools, a constaté qu'il exerce une action déshydrogénante, à des températures manifestement inférieures à celles qu'utilisaient, en phase gazeuse, Sabatier et Senderens, avec leur Nickel. A 80°, le propanol-2 lui donne 3 pour 100 de propanone, l'alcool allylique 60 pour 100 de propanal.

De leur côté, Bougault, Cattelain et Chabrier ([5]), ayant établi que le Ni Raney est, en réalité, un hydrure, montrent que son activité catalytique est très variée, et ils l'utilisent même comme catalyseur d'oxydation, transformant l'ion hypophosphoreux en ion phosphoreux.

Nous allons montrer que le nickel peut fonctionner très activement comme catalyseur de déshydrogénation, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une action secondaire de l'hydrure sur l'eau, car nous obtenons ce résultat en l'absence de toute trace d'eau, et aussi bien avec le nickel préparé d'après Sabatier-Senderens, neuf ou extrêmement fatigué, qu'avec le nickel Raney fraîchement obtenu.

([1]) P. Sabatier et J. B. Senderens, *Comptes rendus*, 136, 1903 p. 738, 921 et 983.

([2]) V. Ipatieff, *Catalytic reactions at high pressures and temperatures*, New-York, 1936, p. 1-50.

([3]) Une importante bibliographie sur cette question se trouve dans un mémoire de O. B. J. Fraser, *Nickel as a catalyst* (*Trans. Electrochem. Soc.*, 71, 1937, p. 19).

([4]) R. Paul, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 5, 1938, p. 1592.

([5]) *Bull. Soc Chim.*, 5e série, 5, 1938, p. 1699.

I. *Alcool obtenu par hydrogénation catalytique, de la β-méthylnaphtylcétone.* — Un échantillon, provenant de l'hydrogénation à 115°, fut divisé en deux portions. La première fut traitée par l'hydroxylamine. Sa teneur en CO fut ainsi trouvée égale à 0°. La deuxième portion fut fractionnée sous vide en présence du peu de nickel qu'elle contenait en sortant de l'autoclave. La température se maintint entre 160° et 170°. A notre grande surprise, le distillat nous fournit, par oximation, une teneur en CO de 30 pour 100 (calculée en méthylnaphtylcétone).

On conçoit qu'en isolant la cétone, on puisse soumettre l'alcool résiduel à un nouveau traitement semblable et aboutir finalement à une déshydrogénation totale (sauf le cas où il se forme du carbure).

D'autres essais furent alors faits avec des échantillons de Ni déjà très usagés et préparés soit d'après Sabatier-Senderens, soit d'après Raney. Sans avoir, en général, prolongé le chauffage très longtemps, nous avons, dans tous les cas, obtenu une transformation notable de l'acool en la cétone correspondante.

II. *Phénylméthylcarbinol* [6] (*alcool phényléthylique secondaire*). — 42^g d'alcool sont chauffés à 170-200°, pendant 2 heures, en présence de 5 pour 100 de Ni Raney. Par distillation à la pression ordinaire, on isole 12^g d'éthylbenzène (Éb. 135-140°, n_D^{20} 1,4987), et 20^g d'acétophénone (Éb. 193-196°, n_D^{20} 1,5315; d_{15}^{15} 1,018), titrant 88 pour 100 à l'hydroxylamine et donnant une semicarbazone : F 205° (Bloc). Le Ni restant dans le ballon peut servir de nouveau plusieurs fois.

III. *Menthol.* — 20^g de menthol cristallisé sont chauffés à 230°, pendant 2 heures, en présence de 1^g de Ni, type Sabatier-Senderens, très vieilli. Par distillation à pression ordinaire, on recueille 19^g passant à 207-212° et titrant, par oximation, 42,4 pour 100 de cétone (calculée en menthone). Une opération identique, faite avec Ni Raney, n'a donné que 33 pour 100.

IV. *Cyclohexanediol*-1.4 (*quinite*). — On chauffe, en présence de Ni, vers 250°, puis distille sous vide. Le distillat réduit à froid la liqueur de Fehling. Par oximation, il titre environ 25 pour 100 (calculé en cyclohexanedione-1.4).

---

(6) Nous avons préparé cet alcool, à l'échelle semi-industrielle, avec des rendements quantitatifs, par réduction catalytique, sous pression, à 65°, de l'acétophénone. Le produit, exempt de cétone, présente d'emblée les constantes : Éb$_{27}$ 107°, n_D^{14} 1,5261; d_{15}^{15} 1,014. Il titre, par acétylation pyridinée, 97 pour 100 d'alcool.

Conclusion. — 1° En phase liquide, par chauffage à température vraiment modérée, le nickel, préparé de diverses manières, se comporte comme un excellent catalyseur de déshydrogénation.

2° Il est spécialement actif vis-à-vis des alcools secondaires. Dans les mêmes conditions : température et durée, les alcools primaires (phényléthanol, benzyloxyéthanol) se déshydrogènent beaucoup plus difficilement.

3° Des essais qualitatifs, faits avec un cuivre très commun (bronze de cuivre), ont été positifs, mais, dans les conditions indiquées, Cu est beaucoup moins efficace que Ni.

Nous nous proposons de compléter ces essais préliminaires.

MÉTALLOGÉNIE. — *Sur la genèse des gisements de fer de la rive droite du Fleuve Rouge (Tonkin).* Note de M. **Josué-Heilman Hoffet.**

J'ai eu récemment l'occasion de visiter les gisements de fer qui s'échelonnent, depuis Laokay jusqu'à Yenbay, sur la rive droite du Fleuve Rouge. Les affleurements les plus importants se trouvent près de Lang Lech et Vu Lao (à 8^{km} à l'ouest de la gare de Bao Ha), de Lang Phat (à 2^{km} seulement du Fleuve, légèrement en aval de la gare de Lang Key) et enfin de Kien Lao (à 8^{km} à l'ouest de la gare de Co Phuc). De nombreux échantillons de roches et de minerais, rapportés de cette visite, ont été étudiés en lames minces et en surfaces polies. Cet examen a prouvé que ces quatre gisements ont la même origine, mais qu'ils sont à des états d'évolution différents, liés à la topographie.

C'est ainsi que le gisement de Lang Phat, qui affleure dans une profonde gorge, présente la couche ferrugineuse dans son aspect primitif. La coupe géologique en est la suivante :

De l'Ouest à l'Est on reconnaît : *a.* un calcaire métamorphique à feldspath acide, tourmaline et quartz à extinctions roulantes; *b.* un micaschiste à tourmaline; *c.* la couche de magnétite litée dans du quartz, les deux éléments se présentant seuls et très purs sans autres minéraux, si ce n'est de très rares paillettes de mica; *d.* un micaschiste à gros grenats almandins comprenant des parties où le grenat prédomine et forme une véritable grenatite; *e.* un micaschiste à mica blanc effleurant sur plus de 1^{km}; *f.* un quartzite à tourmaline en petits cristaux automorphes. L'épaisseur du filon est d'environ 15^{m}. Un essai de séparation magnétique indique 70-80 pour 100 de magnétite pure.

Le gisement de Lang Lech se trouve topographiquement sur le flanc d'une colline. On y reconnaît toute la série des micaschistes, auxquels s'ajoutent des roches basiques telles que des amphibolites. Le minerai de fer est un quartzite à hématite. Cette dernière présente en lumière polarisée réfléchie de très belles macles polysynthétiques. Quelques préparations montrent des cristaux de martite indiquant que l'hématite provient par pseudomorphose de la magnétite. De gros blocs d'une hématite pure, parfois spéculaire, jonchent le sol. Ces blocs sont transformés en surface par hydratation en une limonite. Je n'ai pu voir le contact de ces divers terrains.

Le gisement de Kien Lao, le plus méridional, traverse une plaine alluviale et se continue dans une petite vallée longitudinale. On n'y rencontre que des quartzites à tourmaline à grains automorphes en tous points identiques à ceux de Lang Phat. Le quartzite à magnétite n'affleure pas. On en trouve cependant quelques échantillons dans les galets roulés de la rivière. Par suite de la situation spéciale du gisement, sous le niveau hydrostatique de la plaine, le chapeau du fer seul est visible. Le minerai est formé d'hématite dans laquelle s'observent des cristaux de martite et quelquefois des cristaux de pyrite. Cette dernière fait entièrement défaut dans les autres gisements.

Le gisement de Vu Lao, enfin, est constitué par un monticule qui émerge dans la plaine alluviale. On n'y voit que de la limonite. Situé à seulement 6 kilomètres du gisement de Lang Lech et sur son prolongement, il peut être considéré comme un chapeau de fer transformé en limonite par l'effet des eaux, le quartzite à magnétite devant se trouver en profondeur.

La pureté remarquable du gîte primaire, quartzite à magnétite, fait penser à des grès très purs, sur lesquels s'est déposé du fer sous forme de précipité chimique, provenant soit de fer en dissolution dans les eaux d'apports continentaux, soit encore, comme le suggère Per Geijer [1] pour des gisements semblables de Stripa en Suède, de fer magmatique porté au jour par des eaux hydrothermales. L'origine sédimentaire clastique doit en tous cas être rejetée, car les éléments impurs qui n'auraient pas manqué de se déposer avec le fer se seraient traduits, après le métamorphisme, par la présence de minéraux spéciaux dans le quartzite.

Cette composition très spéciale du gîte de fer primaire, sa concordance avec les roches encaissantes qui sont des terrains sédimentaires métamor-

---

(1) *Sveriges Geologiska Undersökning*. Ser. Ca. nº 28, Stockholm, 1938, p. 42.

phisés, l'absence de filons dans tout cet ensemble ne laissent aucun doute sur son origine sédimentaire. Des gisements d'un même type, considérés comme sédimentaires, sont connus en Suède (Stripa), en Norvège (Dunderland), en Russie méridionale (Kriwog Rog), à Madagascar et en Chine (Hsuan Lung, province de Chihli). Partout ils sont très anciens, cambriens et précambriens, âge qui cadre avec celui que J. Fromaget (²) assigne aux terrains métamorphiques de la rive droite du Fleuve Rouge.

Il existe donc dans cette partie de l'Indochine une véritable ligne de minerais de fer longue de 80 kilomètres environ et qui est un ancien sédiment ferrugineux métamorphisé. Certains gisements montrent le gîte primaire, d'autres seulement le chapeau de fer de ce gîte, particularités qui sont liées à la topographie.

La Colonie posséderait ainsi le long du Fleuve Rouge, dans des conditions d'exploitation favorables, une grande réserve de fer.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la répartition géographique des points de chute de la foudre dans le département du Gers.* Note (¹) de M. CAMILLE DAUZÈRE, transmise par M. Charles Camichel.

Nous avons distingué (²), dans le département de la Haute-Garonne, trois zones relatives à la répartition géographique des points de chute de la foudre. Ces trois zones se retrouvent dans la carte de la foudre du département du Gers, voisin du précédent.

I. La zone à coups de foudre très rares est le prolongement de celle qui s'étend dans la Haute-Garonne et dans l'Ariège; elle est formée par les mêmes terrains, à savoir des mollasses de l'Armagnac très pauvres en éléments radioactifs; elle commence au nord-ouest de Pamiers pour finir au sud-est d'Auch.

II. La zone très foudroyée, analogue à celle du plateau de Lannemezan, n'existe pas dans le Gers. Néanmoins, toutes les informations que nous avons recueillies indiquent qu'il y a une zone assez vaste, où les coups de foudre sont plus fréquents que dans le reste du département; elle comprend la partie occidentale, voisine du département des Landes.

Les Services du Contrôle des Lignes Électriques ont délimité cette zone

(²) *Bull. Serv. Géol. Indochine*, 23, 1, Hanoï, 1937, p. 90 et suivantes.

(¹) Séance du 27 décembre 1938.

(²) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1433.

par une ligne qui passe à proximité de Montréal, Vic-Fezenzac, Aignan, Plaisance. Si l'on examine la carte géologique, on voit que cette ligne coïncide approximativement avec la ligne générale de séparation des mollasses miocènes marines, à l'Ouest, avec les mollasses continentales dites de l'Armagnac, à l'Est. C'est une confirmation remarquable de l'influence de la constitution géologique du sol sur la foudre.

III. La zone moyenne s'étend sur le reste du département. Le sol est formé, comme dans la Haute-Garonne, d'une part par des mollasses de l'Armagnac, d'autre part par des alluvions anciennes. Celles-ci proviennent de la désagrégation des mollasses par les eaux courantes; elles occupent les terrains en pente douce de la rive gauche des cours d'eau qui divergent autour du Plateau de Lannemezan; elles sont à peu près complètement dépourvues de calcaire et donnent naissance au terrain arable appelé *boulbène* dans le pays. Ces boulbènes sont plus dangereuses pour la foudre que les mollasses plus ou moins calcaires dont elles proviennent.

La constitution géologique est assez uniforme dans cette zone moyenne. C'est pourquoi le relief du sol, qui n'a habituellement qu'un rôle secondaire, intervient dans certains cas; par exemple, les sommets des clochers (Bazian, Belmont, etc.) sont parfois frappés par la foudre. Dans d'autres cas, aussi fréquents, le relief est inopérant; il en est ainsi dans certains villages (Tudelle, Castillon-Massas, etc.), qui sont bâtis au sommet des côteaux, à l'intérieur d'une enceinte naturelle, constituée par une dénivellation, au pied de laquelle jaillissent des sources. Cette enceinte est la ligne de contact de deux étages des mollasses de l'Armagnac : celui de Sansan inférieur, celui de Simorre supérieur; tout le long de cette enceinte, les arbres et les maisons sont foudroyés, les accidents mortels répétés se produisent (Tudelle 1928 et 1931), tandis que le clocher voisin, au centre de l'enceinte, n'est jamais frappé. Ceci est une vérification des propriétés dangereuses des lignes de contact, que nous avons déjà signalées pour les terrains de la Haute-Garonne.

IV. Deux îlots de grande fréquence de la foudre, sur des espaces restreints, se rencontrent dans les mollasses calcaires, relativement peu dangereuses du haut Armagnac. L'un de ces îlots est constitué par le territoire des communes contiguës de Saint-Mézard et Pouy-Roquelaure, à l'ouest de Lectoure; son existence s'explique, comme celle des territoires analogues de la Haute-Garonne, par une accumulation locale de matières radioactives.

Un second îlot se trouve dans la commune de Tudelle; il est constitué

par l'enceinte très dangereuse dont nous venons de parler, et par les alentours boisés de certains gouffres, où se perdent les ruisseaux, dans cette région de mollasses très riches en calcaire; ceci s'explique par l'ionisation abondante de l'air qui s'échappe des gouffres et des grottes, comme nous l'avons montré ailleurs ([3]).

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches préliminaires sur les synapses des Algues rouges*. Note de Mlle **Marie Celan**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

En reprenant l'étude des synapses chez les Algues rouges, nous avons pu confirmer et compléter les résultats précédemment obtenus ([1]). Nos recherches, poursuivies sur *Halopithys pinastroides* déjà étudié et sur plusieurs autres espèces (*Laurencia obtusa*, *Polysiphonia elongata*, *Ceramium rubrum*), ont porté surtout sur les plasmodesmes des cellules centrales. La structure de ces derniers apparaît, chez toutes les plantes étudiées, pareille à celle établie par Mangenot (*Revue Algol.*, 1924, p. 376-421) : chacune des deux membranes synaptiques enchâssées dans l'ouverture de la paroi celluloso-pectique est une différenciation des surfaces protoplasmiques qui se trouvent directement en contact. Nous avons précédemment montré, en outre ([1]), que ces membranes présentent avec intensité les réactions de coloration considérées comme spécifiques des lipides ([2]). Nous indiquerons dans cette Note plusieurs faits nouveaux concernant les lipides ainsi mis en évidence dans les cellules centrales.

1. Le bleu d'indophénol naissant colore intensément et immédiatement, dans des conditions subvitales, les sypnases, non seulement des cellules centrales, mais encore des autres cellules végétatives d'Algues rouges fraîchement récoltées (*P. elongata*). De plus, le cytoplasme des cellules centrales est diffusément coloré dans les mêmes conditions : la teinte bleue diffuse est concentrée dans la partie distale de la cellule et s'affaiblit peu à peu à mesure que l'on considère des régions de plus en plus proximales. Cette observation est intéressante à deux égards : d'une part elle nous montre l'existence dans les cellules centrales de lipides cytoplasmiques

---

([3]) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1684; **198**, 1934, p. 490; **199**, 1934, p. 1645.

([1]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 856.

([2]) L. Lison, *Histochimie animale*, 1936.

diffus; d'autre part, elle met en évidence la dissymétrie caractéristique des cellules conductrices, dissymétrie précédemment signalée par Mangenot ([3]), à la suite d'observations portant sur les vacuoles.

2. La méthode de Ciaccio (1934), comportant essentiellement un traitement des objets par le nitrate de cadmium et l'acétone, puis la coloration par les noir ou rouge Soudan des lipides respectés par ce traitement, met en évidence les membranes synaptiques; toutefois, la réaction est moins intense, surtout chez certaines espèces (*P. elongata*), qu'avant l'acétone : il semble que les lipides de la membrane synaptique comprennent un mélange de lipides solubles dans l'acétone, même après action du sel de cadmium, avec un excès plus ou moins important de lipides respectés par ce solvant (lécithines). Les lipides cytoplasmiques diffus sont entièrement dissous par l'acétone.

3. La réaction de Romieu pour les lécithines est positive au niveau des synapses; la réaction proposée par le même auteur pour déceler les stérols est, au contraire, négative. Les lipides cytoplasmiques diffus, de même que ceux des synapses, sont conservés même après traitement par l'alcool et l'acétone, si le matériel a été préalablement mordancé dans une solution à base de bicromate de potassium. C'est ainsi que les uns et les autres peuvent être mis en évidence (en totalité pour ce qui concerne les lipides des synapses, en partie au moins pour les lipides cytoplasmiques), par la méthode de Smith-Dietrich, bien connue des biochimistes et révélatrice des composés lipidiques non saturés (lécithines; acides gras non saturés, etc.).

4. Les réactions des protéides (Millon-Denigès, Raspail, Biuret, Zacharias, Derrien-Turchini) sont négatives au niveau des synapses.

A ces faits nous ajouterons les observations suivantes :

1° Les membranes synaptiques se continuent en s'amincissant à la périphérie du cytoplasme des cellules centrales, hors du territoire compris dans le plasmodesme; chaque cellule centrale paraît entièrement recouverte d'une pellicule lipidique extrêmement fine, dont la membrane synaptique n'est que l'exagération.

2° Quelques auteurs [Philipps, P. Dangeard, Miranda, Rob. Lami (observations inédites)] ont signalé, au niveau des synapses de certaines espèces de *Callithamnion*, des filaments très fins, souvent épaissis en massue, formés par le cytoplasme et proéminant dans la grande vacuole centrale, où ils s'allongent en bouquet, se rétractent, se déforment; ces images

---

([3]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1431.

donnent l'impression de figures myéliniques, figures dont on comprend maintenant parfaitement l'existence dans un cytoplasme très riche en lipides.

En résumé, ces constatations montrent l'existence d'une membrane lipidique hautement différenciée et paraissant constituée en grande partie de lécithines, à la surface du cytoplasme au niveau des plamodesmes, c'est-à-dire dans les conduits par lesquels ont lieu chez les Algues rouges les échanges entre cellules; cette membrane n'est d'ailleurs que l'exagération, en un lieu où les échanges sont particulièrement intenses, d'un dispositif existant, d'une manière très discrète, autour de toute la cellule; pour la première fois, la membrane lipidique, dont l'existence à la surface de la cellule a été supposée par divers physiologistes, est ici observée directement, d'une manière indubitable.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la possibilité de réaliser la culture indéfinie des tissus de tubercules de carotte.* Note de M. **Roger Gautheret**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

La culture indéfinie des organes végétaux a été réalisée par Ph. R. White, qui cultiva pendant plusieurs années des racines isolées. Mais la culture indéfinie des tissus végétaux, c'est-à-dire de fragments morphologiquement et anatomiquement indifférenciés, n'a pu encore être obtenue.

Nous sommes bien parvenu à cultiver le tissu cambial de *Salix capræa* ([1]), mais, malgré des repiquages réguliers notre souche qui demeura très active pendant 12 mois cessa de se développer au bout de 18 mois. Bien que nous n'ayons pas perdu l'espoir de voir aboutir nos recherches sur ce matériel, nous nous sommes adressé à d'autres tissus, en particulier à ceux du tubercule de carotte, qui avaient déjà fait l'objet de quelques tentatives de la part de Nobécourt ([2]). Nous avons repris les travaux de cet auteur ([3]) et remarqué que la concentration d'hétéro-auxine qu'il utilisait dans ses expériences est toxique (0,0005 pour 100) et provoque en outre la différen-

([1]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 572; **206**, 1938, p. 125.
([2]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 521.
([3]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 457; *Comptes rendus Soc. Biol.*, **127**, 1938, p. 259.

ciation des cellules. Au bout de 4 repiquages, les fragments cultivés dans le milieu utilisé par Nobécourt ne renferment généralement plus que de grandes cellules incapables de se multiplier.

Étudiant (4) alors l'action sur les tissus de carotte de différentes doses de cette substance, nous avons pu montrer que l'hétéro-auxine excite bien la prolifération des tissus. Toutefois la concentration la plus favorable, c'est-à-dire celle qui détermine la multiplication des cellules sans provoquer leur différenciation, est de l'ordre de 0,000001 pour 100. Cette concentration est 500 fois plus faible que celle utilisée par Nobécourt.

Nous inspirant de ces résultats, de ceux de nos précédentes expériences sur la culture du tissu cambial de saule et aussi des travaux de l'École américaine (White, Robbins), nous avons entrepris une série de recherches ayant pour but de réaliser la culture indéfinie des tissus de carotte. La manière de cultiver ces tissus a déjà été exposée dans des publications antérieures. De nombreux milieux ont été expérimentés; celui dont nous donnons la composition ci-dessous nous a paru le plus favorable.

Solution de Knop diluée de moitié	1^l
Solution minérale de Berthelot (5)	10 gouttes
ou cendres de levures	$0^g,3$
Glucose	20^g
Gélose	13^g
Aneurine (vitamine B_1)	$0^g,001$
Chlorhydrate de cystéine	$0^g,01$
Acide indol-β-acétique	$0^g,00001$

Les cultures étaient exposées à la lumière qui provoque le verdissement et favorise nettement le développement des tissus de carotte.

Les fragments s'accroissent régulièrement; on observe non seulement un épaississement des tissus, mais ceux-ci s'étendent à la surface du substratum et finissent par épouser la forme du tube de culture. Il faut alors procéder au repiquage, qui doit avoir lieu environ tous les deux mois. Chaque culture est d'abord nettoyée; les parties nécrosées, s'il y en a, sont éliminées ainsi que les racines qui ont pu se former. Le tissu est alors divisé en trois ou six fragments que l'on transporte dans des milieux neufs.

Un caractère intéressant du tissu de carotte cultivé *in vitro* est sa surpre-

---

(4) *Comptes rendus Soc. Biol.* (sous presse).

(5) *Bull. Soc. Chimie Biol.*, **16**, 1934, p. 1553. Cette solution fut utilisée par Nobécourt.

nante résistance. Ces cultures supportent sans dommage de grands écarts de température et manifestent une grande tolérance vis-à-vis des variations de l'humidité de l'air. Des cultures ayant été abandonnées pendant plusieurs mois reprennent leur développement dès qu'on les repique. Les cellules de ce tissu peuvent proliférer même si elles se trouvent au contact du substratum, ce qui ne se produit qu'exceptionnellement dans le cas du tissu cambial de Saule dont nous avons déjà signalé l'extrême fragilité. La structure des fragments cultivés est relativement simple. Ils sont formés d'une masse parenchymateuse parsemée de nodules méristématiques indifférenciés, constitués de petites cellules. De place en place on trouve également des assises génératrices rudimentaires donnant naissance dans les vieilles cultures à des cellules qui se lignifient. Notre souche de tissus de carotte a subi sept repiquages. Elle se développe actuellement depuis treize mois et son activité ne semble pas diminuer. Nous pensons donc qu'il nous sera possible de la conserver indéfiniment.

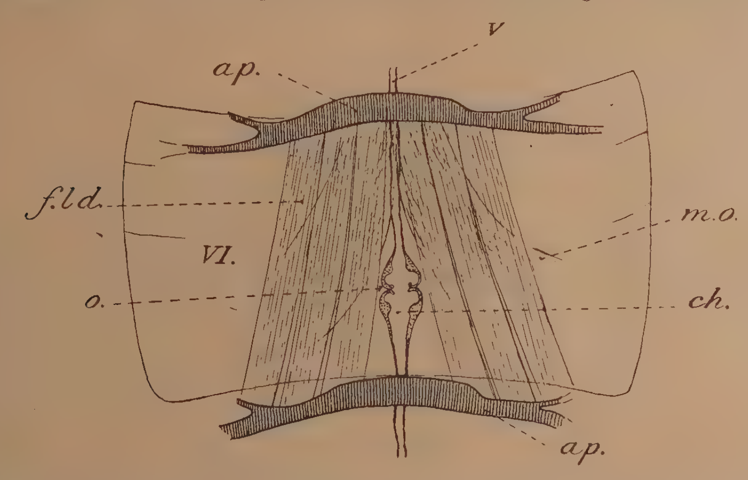
Les substances excito-formatrices ajoutées au milieu de culture (cystéine, aneurine, hétéro-auxine) accélèrent le développement, mais il n'est pas certain qu'elles soient indispensables et c'est à l'étude des besoins réels des tissus de carotte que nous consacrerons notre plus ancienne souche. Au cours des repiquages successifs nous avons éliminé les cultures dont le développement était trop lent. Celles que nous avons conservées (environ 50) sont à peu près toutes semblables et nous permettront donc de déterminer avec certitude l'influence des différents constituants de notre milieu sur la croissance des tissus.

En résumé, nos tentatives de culture des tissus de carotte nous ont permis d'isoler une souche qui se développe actuellement depuis plus d'un an sans que nous ayons observé un ralentissement de son activité. Nous pensons pouvoir conserver cette souche pendant un temps pratiquement illimité, réalisant ainsi pour la première fois la culture indéfinie des tissus végétaux.

ENTOMOLOGIE. — *Présence d'un vaisseau dorsal contractile chez les Protoures du genre* Acerentomon. Note de M. M. Aubertot, présentée par M. Louis Bouvier.

Bien que considérés comme des Insectes, les Protoures sont dépourvus à la fois d'yeux et d'antennes; la présence d'un appareil trachéen est limitée au genre *Eosentomon* et l'on admet qu'aucun représentant du groupe ne

possède de vaisseau dorsal contractile. Dans sa Monographie magistrale, Berlese (1909) considère comme une particularité remarquable de ces curieux petits Arthropodes l'existense d'un *cordone pericardico*, sorte de tube ou mieux d'auge de diamètre uniforme, allongée suivant la ligne médico-dorsale du *setto pericardiale* dont elle paraît représenter un épaississement linéaire; ce cordon est doué d'une certaine élasticité et par là susceptible de contribuer passivement à la circulation grâce aux mouvements de protraction et de rétraction des segments abdominaux. A la suite de Berlese, ce tube simple a été signalé et même figuré, mais toujours



Sixième segment abdominal d'un *Acerentomon* vu par la face dorsale. — *ap*, apodèmes des tergites 6 et 7; *f. l. d.*, faiseaux musculaires longitudinaux dorsaux; *m, o.*, muscles obliques intertergaux; *v.*, vaisseau dorsal; *cb.*, chambre segmentaire; *o.*, ostiole.

comme une formation particulière, différant notablement du vaisseau pulsatile des Myriapodes ou des Insectes.

L'absence de cœur chez les très petits organismes, tels que les Tardigrades, les Pauropodes qui sont sensiblement du même ordre de grandeur que les Protoures, est regardée par Verhoeff (1934) comme une adaptation à la taille réduite de ces animaux, conformément à son principe d'économie (*Sparsamkeitsprinzip*). Or, si ce principe est, dans un grand nombre de cas, fort satisfaisant pour l'esprit, il importe cependant de ne le considérer que comme une sorte de dérogation aux lois de l'Anatomie comparée, de sorte qu'il n'y a pas lieu d'être trop surpris lorsque l'on découvre chez un animal minuscule un organe passé jusqu'alors inaperçu et dont l'absence se justifiait aisément.

En examinant attentivement par la face dorsale un *Acerentomon* vivant (voisin d'*A. gallicum* Ionescu, hêtraie de Stambach près Saverne), j'ai vu fonctionner un vaisseau dorsal typique : c'est un tube allongé, transparent, musculeux, d'un diamètre moyen de 4 à 5$^{\mu}$, qui s'étend du deuxième segment thoracique au septième segment abdominal où il se termine en cæcum. Dans chacun des segments de l'abdomen, ce tube se dilate en une chambre contractile pourvue d'une paire d'ostioles et logée dans l'espace triangulaire délimité par le bord interne des faisceaux musculaires longitudinaux dorsaux et l'apodème du segment suivant. Les parois de chaque chambre présentent de part et d'autre des ostioles des épaississements plus ou moins accentués. Il existe ainsi sept chambres segmentaires consécutives (diamètre de 8 à 15$^{\mu}$ à l'état de diastole), situées dans les sept premiers anneaux de l'abdomen; les segments abdominaux 8-12, en effet, très mobiles chez l'*Acerentomon*, ne renferment aucune trace de vaisseau dorsal. Dans la région thoracique, le vaisseau s'étire progressivement en une aorte fortement contractile que j'ai perdu de vue dans la partie moyenne du deuxième segment thoracique.

L'appareil rappelle tout à fait, dans son ensemble comme dans certains détails, ce que l'on observe, avec plus de facilité, chez les larves cristallines de certains Nématocères (*Chaoborus*). Les cœurs segmentaires sont le siège de pulsations rythmées : dans les conditions de l'observation, les systoles, assez irrégulières par instants, se produisent à la cadence moyenne d'une par seconde; en liaison avec ces contractions, le tube tout entier est parcouru par des ondes péristaltiques dirigées d'arrière en avant.

J'ai pu répéter ces observations, toujours avec le même succès, sur tous les *Acerentomon* vivants, d'espèces différentes, récoltés à Stambach. Il me reste à les compléter par l'étude de coupes histologiques et à les étendre à des représentants d'autres genres de Protoures. Une observation toute récente, malheureusement interrompue par un accident, m'a déjà montré l'existence d'un vaisseau dorsal dans le genre *Eosentomon*.

ZOOLOGIE. — *Géonémie des Téléostéens dyssymétriques.*

Note de M. **Paul Chabanaud**, présentée par M. Maurice Caullery.

La totalité des Téléostéens dyssymétriques vivants (*alias* Poissons pleuronectes) se répartit en un minimum d'une quinzaine de groupes (familles

et sous-familles), dont on peut considérer la plupart comme parfaitement individualisés [1].

Chacun de ces groupes témoigne d'une chorologie qui lui est propre et qui, par cela même, permet de supputer la localisation paléogéographique de son centre de dispersion.

Il apparaît, d'autre part, que la géonémie actuelle de ces organismes est principalement conditionnée par la température. La salinité n'intervient qu'à titre secondaire et seulement, en général, lorsqu'elle s'abaisse au-dessous de 20 pour 1000; c'est ainsi que, dans la Baltique et la mer Noire, ne vivent que des formes endémiques, avec quelques espèces euryhalines. Le pH et l'irradiation semblent n'avoir d'influence que sur la répartition bathymétrique, à la limitation de laquelle concourt peut-être aussi la température.

L'action des courants marins n'est pas à éliminer dans la dispersion d'espèces douées d'une longue existence pélagique (*Scophthalmidæ*, entre autres). Les courants froids étendent la géonémie des groupes vers l'équateur, les courants chauds, vers les pôles; mais, dans chaque cas particulier, l'effet s'arrête au seuil d'une certaine élévation ou d'un certain abaissement de la température. Le balancement annuel des isothermes régle la migration de certains adultes (*Hippoglossus*, *Psettodes*).

Pris dans leur ensemble, les Téléostéens dyssymétriques sont sténothermes. Il existe une sténothermie propre à chaque groupe et, à l'intérieur de ceux-ci, une sténothermie, ou, plus rarement, une eurythermie particulière à chaque espèce.

Au delà de 58° S, les littoraux antarctiques n'hébergent aucun Téléostéen dyssymétrique. Sur le reste du globe, jusqu'à 70° N et même (Spitzberg) 80° N, les agrégats de genres se répartissent ainsi :

1° Deux groupes septentrionaux, eucratiques [2] et même cryophiles. (*a*) Les *Pleuronectidæ*, ubiquistes; une espèce atteint 80° N (0° à 5° C), quelques autres 70° N; aucune ne dépasse vers le Sud : dans l'Atlantique européen 36° N, dans l'Atlantique américain 42° N (15° à 20° C), dans le

---

(1) P. Chabanaud, *Mém. Inst. Égypte*, 32, 1937, p. 1-125. Entre temps, diverses modifications ont été apportées à la classification proposée dans ce mémoire : les sous-familles *Pœcilopsettinæ*, *Brachypleurinæ* et *Samarinæ* sont élevées au rang de familles; les *Paralichthodinæ* sont exclus des *Pleuronectidæ* et rattachés aux *Brachypleuridæ* (*novo sensu*); les *Cynoglossidæ* sont subdivisés en deux sous-familles : les *Symphurinæ* et les *Cynoglossinæ*.

Pacifique 23° N (20° à 25° C). (*b*) Les *Scophthalminæ*, cantonnés dans l'Atlantique : sur la côte américaine, entre 30° et 44° N; sur les côtes eurafricaines, entre 30° N et le cercle polaire (Islande).

2° Un groupe austral, eucratique, les *Rhombosoleidæ*. Province Néo-Zélandaise: côtes E et S de l'Australie; côte E de l'Amérique, entre 36° et 38° S.

3° Tous les autres groupes sont tropicaux, mais plusieurs s'étendent à diverses distances au sud et au nord des tropiques. (*a*) Les *Paralichthyinæ*, les *Bothinæ* (²) et les *Symphurinæ* sont ubiquistes. (*b*) Les *Soleidæ* sont des ubiquistes non américains (de 62° N en Europe, à 40° S en Australie). (*c*) Sont pantropicaux non américains : les *Psettodidæ* et les *Cynoglossinæ* (ceux-ci jusqu'à 40° N en Afrique, 40° N en Asie et 40° S en Australie). (*d*) *Pæcilopsettidæ* : Atlantique américain; Afrique australe; océan Indien nord: archipel Malais. (*e*) *Brachypleuridæ* : archipel Indo-Australien; golfe du Bengale; Afrique australe. (*f*) *Achiridæ*: strictement américains : côte pacifique, entre 36° N et 6° S (isothermes N et S de 20° C); côte atlantique, entre 42° N et 42° S (isothermes N et S de 15° C).

Du cap de Bonne-Espérance aux environs du tropique du Capricorne, règne une zone relativement froide (15° C), qui semble avoir intercepté l'extension de la plupart des groupes indo-pacifiques sur la côte atlantique de l'Afrique: seuls, les genres *Synaptura*, *Heteromycteris* et *Cynoglossus* se sont propagés, le long de cette côte, jusque dans l'hémisphère nord.

Les *Pleuronectidæ* et les *Scophthalminæ* tirent vraisemblablement leur origine des aires néritiques inféodées aux anciens continents d'Angara et Nord-Atlantique. Les *Rhombosoleidæ* sont nés sur le littoral sud du continent de Gondwana. La Thétis a dû servir de berceau à tous les autres groupes; toutefois, les *Achiridæ*, les *Soleidæ* et les *Cynoglossidæ* typiques (*Cynoglossus*, *Paraplagusia*), dérivés possibles d'un ancêtre commun et proche parent des *Pleuronectidæ*, se sont individualisés à la faveur d'une ségrégation précoce, qui a déterminé l'isolement des *Achiridæ* au sein des eaux américaines, où n'ont pu pénétrer ni les *Soleidæ*, ni les *Cynoglossidæ cynoglossinæ*.

(²) Εὔκρατος, tempéré.

PHYSIOLOGIE. — *Analyse chronaximétrique du blocage de la conduction dans les nerfs : réalisation d'un hétérochronisme paralysant.* Note de M. **Paul Chauchard**, présentée par M. Louis Lapicque.

La transmission *intercellulaire* de l'excitation exige un accord chronologique entre les deux éléments (isochronisme de L. Lapicque). Si, comme on l'admet généralement, la conduction le long d'un nerf dans sa continuité est un phénomène de nature électrique, si, ainsi que l'écrit Bremer, le courant électrique qui résulte de la négativité locale due au stimulus, *agit à son tour, comme stimulus et excite à distance les fibres nerveuses, y faisant naître une nouvelle onde de négativité qui se propage ainsi de proche en proche en se régénérant* [hypothèse de Hermann, reprise et développée par L. Lapicque et R. Lillie, confirmée par les récentes expériences de Hodgkin (1)], les facteurs chronologiques doivent également y jouer un rôle important : une onde d'intensité limitée, telle que l'onde d'influx, ne doit pouvoir se propager que s'il existe une certaine uniformité de la chronaxie le long du nerf; un hétérochronisme trop accentué devrait arrêter la conduction nerveuse comme la transmission entre éléments distincts. Or les recherches consacrées au blocage de la conduction nerveuse n'ont pas jusqu'ici fait ressortir ce point de vue.

C'est cette question à laquelle nous nous sommes attaché (2) : nos expériences ont porté soit sur des fibres préganglionnaires du sympathique cervical chez le Lapin, soit sur des fibres motrices du sciatique de Grenouilles; les blocages de la conduction étaient réalisés par application de solutions toxiques variées sur le nerf (longueur de la zone intoxiquée 1^{cm} environ).

Nous avons tout d'abord constaté que le blocage de la conduction était en rapport avec une variation excessive de la chronaxie, quel que soit son sens; il existe deux grandes classes d'agents bloqueurs de la conduction; *a*. ceux qui bloquent avec diminution de chronaxie (strychnine, chloroforme, anesthésiques locaux, etc.); *b*. ceux qui bloquent avec augmentation de chronaxie (spartéine, nicotine, solanine, chloral etc.). Dans les deux cas,

---

(1) *Journ. of Physiol.*, 90, 1937, p. 183 et 211.

(2) Résultats détaillés dans P. Chauchard, *Les facteurs de la transmission ganglionnaire*, Paris (sous presse).

après une importante variation de chronaxie (augmentation ou diminution de 5 à 10 fois sa valeur normale), la rhéobase d'abord peu variable, augmente considérablement et le nerf devient inexcitable. Les excitations portées en amont deviennent toujours plus rapidement inefficaces. L'arrêt de la conduction est bien en rapport avec la variation excessive de chronaxie; il existe un antagonisme direct entre les deux types d'agents; l'application successive par exemple, de strychnine et de spartéine sur une même zone du nerf empêche le bloc ou raccourcit sa durée.

Il convient de rappeler que des variations excessives du potentiel ont pu également être invoquées comme facteur du blocage; de par leur action sur ce potentiel, les poisons du nerf se répartissent également en deux groupes [Bishop ([3])]; un rapport existe certainement entre les deux ordres de faits.

Mais l'arrêt de conduction observé provient-il vraiment de l'hétérochronisme? On ne saurait dans ce cas l'affirmer, car il se pourrait que le nerf fût à ce moment absolument inapte à fonctionner dans la zone intoxiquée.

Il nous a cependant été possible de réaliser un véritable hétérochronisme paralysant : l'application en deux zones contiguës du nerf de poisons agissant en sens inverse sur la chronaxie, peut provoquer un blocage de la conduction, alors que chacune de ces deux applications faite isolément, n'arrêtait pas la conduction pour les excitations portées en amont. Il n'y a qu'à réaliser un hétérochronisme suffisant le long du nerf (chronaxie aval 8 à 10 fois plus grande ou plus petite que la chronaxie amont). Les deux portions de nerf sont restées excitables, mais la transmission de l'excitation n'est plus possible de l'une à l'autre. La conduction se rétablit dès qu'au décours de l'intoxication les chronaxies redeviennent suffisamment voisines, c'est-à-dire dans un rapport moindre que de 1 à 8 ou 10. Il est possible d'accélérer ce dernier phénomène : dans une expérience où le blocage s'était réalisé entre une portion amont strychninée de capacité chronaxique 40 mμF (juste avant blocage) et une portion aval spartéinée de capacité 400 à ce moment (capacités normales 100), en appliquant en amont un peu de spartéine, la chronaxie remonta rapidement, et quand elle eut atteint une capacité de 70, la conduction se rétablit. On aurait pu également appliquer de la strychnine en aval pour diminuer la chronaxie la plus élevée.

Ces expériences montrent la possibilité de réaliser un hétérochronisme

([3]) *Journ. of Cell. and Comp. Physiol.*, 1, 1932, p. 177.

paralysant le long du nerf. Mais alors que pour la transmission neuromusculaire il suffit d'un faible degré d'hétérochronisme pour empêcher la transmission (variation du simple au double), pour le blocage de la conduction, il faut un hétérochronisme considérable.

C'est tout d'abord qu'à la synapse, l'un des deux éléments seul étant sensible, on peut réaliser une brusque variation chronaxique, tandis que sur le nerf, il y a par diffusion transition graduelle entre régions saines et région intoxiquée [L. et M. Lapicque (4)]. De plus, l'intensité de l'influx paraît être supraliminaire vis-à-vis de la rhéobase du nerf (coefficient de sécurité de Hodgkin); on comprend que, dans de telles conditions, l'accord des chronaxies n'a pas besoin d'être rigoureux comme lorsque l'intensité excitante est juxtaliminaire.

La difficulté pratique de réaliser un hétérochronisme suffisant sur une assez petite distance a pu être tournée grâce à deux intoxications adjacentes de signe contraire.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Verres correcteurs pour les opérés de la cataracte.* Note de M. **Aron Polack**, présentée par M. Charles Fabry.

Il est possible et même probable que l'œil normal n'ait rien à redouter des radiations ultraviolettes, émises par les sources usuelles d'éclairage. Les craintes de leur action nocive sur l'organe visuel semblent bien exagérées.

Il en est autrement pour l'œil opéré de la cataracte, pour celui surtout qui a subi l'extraction du cristallin dans sa capsule et qui de ce fait est devenu plus perméable aux radiations ultraviolettes. On sait que le cristallin est fluorescent, qu'il absorbe une quantité notable de ces radiations et en diminue d'autant la pénétration dans le corps vitré.

Après l'extraction intracapsulaire du cristallin cataracté, l'acuité visuelle peut remonter à la normale; mais cet excellent résultat, qu'il n'est pas rare d'observer dans la première période post-opératoire, ne se maintient pas toujours, souvent l'acuité visuelle baisse à la longue, sans que l'on puisse constater d'autres modifications ophtalmoscopiques qu'un certain trouble du vitré, d'ailleurs inconstant.

---

(4) *C. R. Soc. Biol.*, 74, 1913, p. 1012.

On peut se demander si cette baisse de l'acuité visuelle et ce trouble du vitré ne sont pas imputables à l'excès de lumière ultraviolette, à laquelle la suppression du cristallin ouvre un large passage. Les données précises manquent encore pour répondre à cette question inquiétante; mais le doute seul suffit pour imposer au praticien l'obligation de chercher à protéger l'œil opéré par des verres correcteurs ayant les propriétés d'absorption du cristallin.

Les verres contenant du didyme, répandus sous des noms divers, ne répondent pas à ces désidérata. Ils ont l'inconvénient, comme je l'ai déjà montré [1], d'absorber les radiations jaunes, sur lesquelles se fait la mise au point de l'image rétinienne. Cette mise au point, affirmée par Newton, est actuellement confirmée par l'expérience; elle réalise, étant donné le chromatisme de l'œil, les meilleures conditions de la vision distincte (*Bull. de la Soc. Franç. d'Ophtalmologie*, 35, 1922, p. 281).

Par sa bande d'absorption dans le jaune, le didyme, qui est un mélange de néodyme et de praséodyme, modifie défavorablement ces conditions et se rend impropre à la fabrication des verres de lunettes. Par contre, le cérium seul, débarrassé du néodyme et du praséodyme, convient parfaitement à cet usage. Des verres au cérium pur, exempt de didyme, ont été récemment réalisés sur ma demande. Ces verres permettent de placer l'œil, privé de son cristallin, dans les conditions de l'œil normal en ce qui concerne le spectre de transmission. En effet, sous une épaisseur de 6^{mm} ils absorbent complètement tout l'ultraviolet jusqu'à 3500 Å, ne laissent passer que 1,5 pour 100 de 3600, 12 pour 100 de 3700, 42 pour 100 de 3800 et 61 pour 100 de 3900 Å. Ces mesures correspondent au verre le moins riche en cérium.

Taillés dans cette nouvelle matière optique, les verres à cataracte méritent davantage d'être qualifiés de *correcteurs*, car ils ne se bornent pas à corriger, comme ceux employés jusqu'ici, les défauts de réfraction, mais de plus ils ramènent le spectre de transmission à celui de l'œil normal.

Les observations cliniques sont encore trop peu nombreuses et trop insuffisamment prolongées pour que nous donnions les résultats.

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 488.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *Présence du virus poliomyélitique dans le contenu intestinal d'un enfant vivant en milieu familial infecté. Isolement du virus.* Note de MM. **Pierre Lépine** et **Paul Sédallian**, présentée par M. Louis Martin.

L'hypothèse de l'origine digestive de la poliomyélite épidémique, défendue par C. Kling, de Stockholm, a reçu un support expérimental avec les travaux [Kling, Levaditi et Lépine ([1])] qui ont montré la possibilité : 1° d'infecter le singe *Macacus cynomolgus* par voie digestive sans aucune préparation; 2° de suivre l'infection depuis la barrière intestinale jusqu'au système nerveux en passant par les ganglions mésentériques; 3° de conserver vivant le virus poliomyélitique pendant 114 jours dans l'eau de conduite stérilisée à la température du laboratoire. Des recherches cliniques récentes en Amérique [Harmon ([2]), Trask, Vignec et Paul ([3])] et en Suède ([4]) ont confirmé d'anciennes observations [Kling, Petterson et Wernstedt ([5]), Sawyer ([6])], en démontrant la présence du virus poliomyélitique dans les selles et les ganglions mésentériques de malades atteints de paralysie infantile.

Nous avons appliqué ces notions à la recherche de porteurs sains de virus à propos d'un cas mortel de maladie de Heine-Medin de l'adulte, où nous avons cherché dans l'entourage du malade l'étiologie possible de l'infection.

M. G... présente le 1er novembre 1937 un état fébrile (39°) avec courbature et céphalée, sans angine, qui persiste les jours suivants. Le 7 novembre, son état s'aggrave subitement par l'apparition d'un syndrome abdominal avec vomissements bilieux, pour lequel le diagnostic d'angiocholite est porté. Le malade, envoyé dans le service hospitalier de l'un de nous, est vu le 8 au matin. Il présente depuis la veille au soir *une paralysie du voile, prédominant à droite, et du pharynx*, ainsi que des signes de bronchopneumonie et de défaillance cardiaque. Aucun autre signe paralytique. Intégrité complète des nerfs moteurs oculaires, facial et hypoglosse, ainsi que des

---

([1]) *Bull. Ac. Méd.*, **102**, 1929, p. 158.

([2]) *Journ. Amer. Med. Ass.*, **109**, 1937, p. 1061.

([3]) *Proc. Soc. Exp. Biol. a. Med.*, **38**, 1938, p. 147.

([4]) C. Kling, communication orale et *Bull. Off. Intern. Hyg. publ.*, **30**, 1938, p. 2446.

([5]) *Comm. Inst. Med. État Stockholm*, **3**, 1912, p. 5.

([6]) *Am. Jl. Trop. Diseases and Prev. Med.*, **3**, 1915. p. 164.

membres. Décès quelques heures après l'examen. L'autopsie ne montre rien à l'examen macroscopique hormis la bronchopneumonie par paralysie vagale. Par contre, l'examen histologique du bulbe révèle des *lésions typiques et étendues de poliomyélite*.

Le 8 décembre, on recueille un échantillon des matières fécales des deux enfants du malade, Hélène G..., 7 ans, et José G..., 6 ans, tous deux en bonne santé. Les selles reçues à Paris le 12 décembre ont été traitées selon une technique dont le principe est inspiré de celle de Trask, Vignec et Paul. Cette technique, mise au point par l'un de nous à l'Institut Pasteur, en traitant le produit supposé virulent par un antiseptique volatil allié à la centrifugation à très grande vitesse et à la concentration sous vide de l'extrait, permet d'obtenir finalement un résidu pur de toute contamination bactérienne et d'une teneur enrichie en virus. Deux *Macacus rhesus* ont été inoculés le 13 décembre, l'un (n° 29) avec le produit des selles d'Hélène, l'autre (n° 30) avec le produit des selles de José. Ce dernier survit sans présenter de manifestation poliomyélitique. Par contre, le *rhesus* n° 29 présente le 26 décembre une paralysie des extenseurs de la jambe droite, qui évolue les jours suivants en *paraplégie poliomyélitique typique*. L'animal est sacrifié le 30 décembre. L'examen histologique de sa moelle montre des lésions typiques et intenses.

Les enfants G... sont restés indemnes de toute manifestation paralytique de la maladie de Heine-Medin. Le 25 octobre, José avait eu un mouvement fébrile (38°7), un vomissement le lendemain, apyrexie et guérison le 27. Le 28 octobre, Hélène avait présenté les mêmes symptômes; le 30, elle était guérie. Si l'on interprète cet épisode fébrile, qui a précédé la maladie du père, comme une forme abortive d'infection, il n'en est que plus intéressant de constater 41 *jours après* la présence du virus poliomyélitique dans le contenu intestinal de l'enfant.

A 15h50m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *L. de Launay*.

En première ligne..........	M. **Emmanuel de Margerie**.
En seconde ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*....	MM. **Léon Bertrand**, **Paul Fallot**, **Paul Gaubert**, **Paul Lemoine**, **Albert Michel-Lévy**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à $16^h 50^m$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de décembre 1938 (*fin.*)

Ueber den Einfluss der Basedow'schen Krankheit und verwandter Zustände auf das Längenwachstum, nebst einigen Gesetzen der Ossifikation, par J. Holmgren. Leipzig, Druck von Metzger et Wittig, 1909; 1 vol. 25^{cm} (en langue allemande).

Till frågan om Gasembolier vid Konstgjord Pneumothorax, par Israël Holmgren. Stockholm, Isaac Marcus' Boktryckeri-Aktiebolag, 1912; 1 fasc. 21^{cm},5 (en langue suédoise).

Arbeten från Medicinska Kliniken I, par Israël Holmgren. Del II. 1914; Del IV 1916; Del V. 1917; Del VI. 1918; Del VII. 1919; Del VIII. 1920; Del IX. 1921; Del X. 1922. Stockholm, Isaac Marcus' Boktryckeri-A.-B.; 8 vol. 23^{cm} (en langue suédoise).

Arbeten från 1: sta Medicinska Kliniken, par Israël Holmgren. Del XII-XIII. 1924-1925; Del XIV. 1925:2. Stockholm, Isaac Marcus' Boktryckeri-A.-B.; 2 vol. 23^{cm} (en langue suédoise).

Reservation och förslag i frågan om nytt Kliniskt sjukhus, par Israël Holmgren. Stockholm, Norstedt et Söner, 1925; 1 vol. 23^{cm},5 (en langue suédoise).

Arbeten och Småtryck från första Medicinska Kliniken, par Israël Holmgren. Del XV. 1926; Del XVI. 1927; Del XVII. 1928; Del XVIII. 1929; Del XIX-XX. 1930-1931; Del XXI. 1931:2; Del XXII. 1932:1; Del XXIII. 1932:2; Del XXIV. 1933:1; Del XXV. 1933:2; Del XXVI. 1934; Del XXVII. 1935; Del XXVIII. 1936. Stockholm, Isaac Marcus' Boktryckeri-A.-B.; 13 vol. 23^{cm} (en langue suédoise).

Invärtes Sjukdomar. Del I. *Inledning Till framställningen om de invärtes Sjukdomarna*, par Israël Holmgren, et *Om infektioner och infektions-Sjukdomar*, par Ernst B. Salèn, *in Medicenskt Folkbibliotek*. Stockholm, Albert Bonniers Förlag, 1933; 1 vol. 19^{cm},5 (en langue suédoise).

Peter F. Holst minnesord vid Svènska Läkaresällskapets sammankomst den 29 januari 1935, par Israël Holmgren. Stockholm, Isaac Marcus' Boktryckeri-Aktiebolag, 1935; 1 notice nécrologique 23^{cm},5 (en langue suédoise).

Arbeten och Småtryck, par Israël Holmgren. Del I. 1937; Del II. 1938. Stockholm, Isaac Marcus' Bocktryckeri-A.-B.; 2 vol. 23^{cm} (en langue suédoise).
